GRAĐEVINAR

8 ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.
GODINA X KOLOVOZ 1958



PRISTUPNI TUNEL NA GRADILIŠTU GATA, GRADNJA HE SPLIT, IZVAĐA

9495

»GRAĐEVINAR«

GOD. X. BROJ 8

SADRŽAJ:

SARADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIONOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unašanje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju bit tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.
Više slika, manje teksta — Vašem će se radu pokloniti više pažnje!

Čitaoci traže više članaka na manje stranica; zadovoljite čitaoce, oni će Vam biti zahvalni!

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, slike se računaju kao tekst.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.
Glavni urednik: Dr. ing Ervin Nonveiller.
Tehnički urednik: ing. Lida Zlatić.

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 36-271 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 400-703-5-1151

Tisak »TIPOGRAFIJA« grafičko-nakladni zavod, Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB, BERISLAVIĆEVA 6 — TEL. 36-271

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Časopis izlazi svakog mjeseca, i to najmanje na 24 stranice. Pretplata iznosi godišnje:

za poduzeća i ustanove	Din	1.600.—
za ostale pretplatnike	„	900.—
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta . .	„	400.—
pojedini broj	„	80.—
za inostranstvo	„	4.000.—

Pretplate za pola godine su srazmjerno za 10% skuplje.

Pretplata se plaća unaprijed na tek. račun 400-703-5-1151 ili u administraciji časopisa dnevno od 10 do 12 sati.

»GRAĐEVINAR« časopis Društva građevinskih inženjera i tehničara N. R. H. ima razvijenu oglasnu službu s ovim kategorijama oglasa:

1. **Oglašivanje privredne djelatnosti**

naslovna strana	Din	30.000.—
omotne strane	„	25.000.—
ostale strane 1/1	„	20.000.—
ostale strane 1/2	„	12.000.—
ostale strane 1/4	„	8.000.—

2. **Ponuda i potražnja materijal, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije**

strana 1/1	Din	25.000.—
strana 1/2	„	15.000.—
strana 1/4	„	10.000.—

3. **Ponuda i potražnja namještenja**

strana 1/1	Din	30.000.—
strana 1/2	„	18.000.—
strana 1/4	„	12.000.—
strana 1/8	„	7.000.—
strana 1/12	„	5.000.—
Članovi DIT-a 1/12	„	500.—

Oglasi se primaju do najmanje 10 dana **PRIJE IZLASKA LISTA.**
Kod narudžbe za oglas u više uzastopnih brojeva 10% popusta.
Ako se oglas naruči izravno u našoj administraciji dajemo 10% popusta.
Svaki oglas u našem listu čitaju svi građevinari u zemlji!

OGLAŠUJTE U »GRAĐEVINARU«!

GRAĐEVINAR

GOD. X. KOLOVOZ 1958 BROJ 8

O PRESJEKU TLAČNIH TUNELA

Ing. **Stjepan Reštarović** i ing. **Branko Zlatović**, »Elektroprojekt« — Zagreb

Ovaj članak posvećen je hidrauličkim tunelima pod unutrašnjim tlakom vode, izvedenima u stijeni.

Vodeća uloga u ovoj grani tehnike pripada Švedskoj i USA. Međutim, uslovi primjene modernih metoda izrade tunela u tim, vrlo razvijenim zemljama znatno se razlikuje od uslova u zemljama, koje izgradnjom velikih objekata istom stvaraju svoj privredni potencijal. Odnos cijena čelika, cementa i radne snage bitno utječe i na osnove projektiranja tlačnih tunela.

Zbog toga se naši stručnjaci mogu bolje koristiti iskustvima Francuske, Italije i Austrije. (Autori ovog članka bili su — prvi kao gost francuske elektroprivrede, drugi kao stipendista OUN — po par mjeseci na francuskim gradilištima.)

Oblik i prekoprofil

Tlačni tunel se razlikuje od ostalih vrsta tunela po tome što je unutrašnji tlak vode gotovo uvijek glavno, a često i jedino mjerodavno opterećenje obloge. Kako u statičkom tako i u hidrauličkom smislu idealan je kružni oblik (sl. 1a). Međutim, što se tiče izvedbe, kružni profil nije povoljan ni za izradu presjeka, ni za transport, koji se kroz njega vrši u toku izgradnje. Stvarno, kružni profil ostaje samo kao unutrašnja kontura (sl. 1b).

Daljnji korak su potkovasti ili košarasti tipovi, koji smanjuju količinu betona, a povećavaju protjecajni profil (sl. 1c). No, kod primjene takvih



Sl. 1. — Tipični presjeci

presjeka treba posebnu pažnju obratiti analizi hidrauličkih gubitaka, koji nastaju u slučaju potrebe da se pređe na kružni profil.

Uz funkciju i izvedbu, način obračuna je treći faktor, koji utječe na presjek tunela.

Možda više nego kod bilo koje vrsti građevinskih radova, ovdje dolazi do izražaja sva specifičnost građevinske proizvodnje. U procesu projektiranja, građenja, nadzora i obračuna radova više nego igdje potrebna je suradnja projektanta, izvođača i nadzora. Bez pravilnog rješenja tih odnosa — reguliranih tehničkim uslovima — milioni, koje »zemlja krije«, nepotrebno odlaze u podzemlje.

Praksa je pokazala, da tu nisu održive nikakve šablone. Odredbe tehničkih uslova, koji su sastavni dio ugovora o građenju, treba da budu postavljene tako, da izvođača stimuliraju na rad najekonomičnijom metodom.

Standardizacija

Nakon posljeratne izgradnje velikog broja tunela za hidroelektrane, francuska elektroprivreda je prišla standardizaciji tunela. Ogromno iskustvo, izraženo kroz normative, može biti od osobitog interesa za našu elektroprivredu, koja ima pred sobom izgradnju niza derivacionih postrojenja.

Prednosti standardizacije su:

1. Višekratna upotreba tunelske mehanizacije, koja se na taj način može iskoristiti do pune amortizacije.

2. Izvođači i konstruktori mehanizacije (utovarivača, vagona, bušaćih skela, lokomotiva i t. d.) mogu na vrijeme studirati metode rada i mehanizaciju za svaki profil.

3. Postoji mogućnost dimenzioniranja dviju vrsta metalne podgrade:

— zaštitne podgrade, koja štiti od ispadanja komada stijene, i

— nosive podgrade, koja preuzima tlak brda.

4. Pojednostavnjenje projekta. U tunelogradnji i vodogradnji već postoje normalizirani tipovi tunela (željeznice) i cijevi (kanalizacija, vodovod i dr.).

5. Iskustvo je pokazalo, da je potkovasti oblik presjeka, koji je usvojen kao standard, pogodan s obzirom na raspored minskih rupa, mogućnost transporta i izvedbe uopće.

Karakteristične linije

Čisti profil tunela može se ostvariti sa velikom točnošću, jer je ograničen oplatom (linija A na sl. 2.).

Vanjska linija obloge, koja odgovara obliku otkopa prilikom miniranja, nije tako precizno obradljiva, a često nije ni dovoljno precizirana. Ta je linija interesantna:

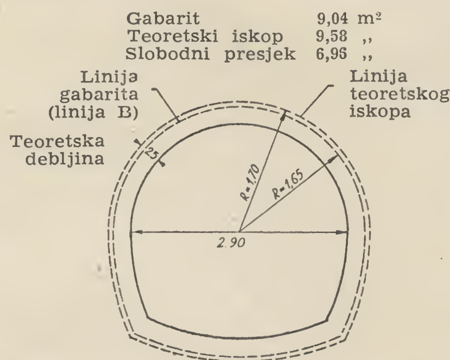
— statički, kao rub nosive konstrukcije,

— kao gabarit transporta pri izradi tunela i

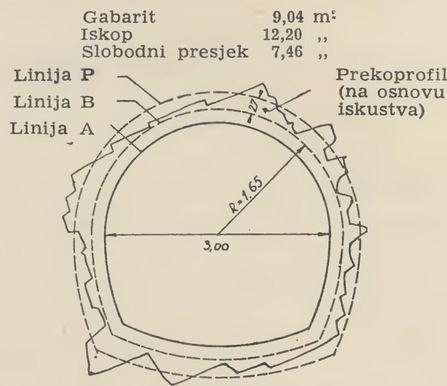
— za obračun izvršenih radova.

Prva dva značenja ograničavaju profil iskopa prema unutra (linija B na sl. 2.). To je gabarit

iskopa: linija, unutar koje se ne smije nalaziti nijedna točka definitivne podgrade. To je linija slobodnog saobraćaja za vrijeme iskopa. Unutar nje se ne smije nalaziti nijedna točka stijene (obično se dopušta mjestimično prodiranje stijene 5 cm u računsku oblogu). Ta se linija dobiva dodajući liniji A minimalnu debljinu betona.



Presjek teoretskog iskopa



Standardni presjek
Povećanje slobodnog presjeka 7%
Smanjenje gubitaka tlaka 14%
Ušteda betona 10% ili investicija 2%

Slika 2

Treća linija (linija P na sl. 2.) poznata je pod imenom linije plaćanja. Ona može biti istovremeno i teoretska linija iskopa, ili se dobiva procentualnim povećanjem teoretske površine iskopa.

Primjena linije plaćanja

U tabeli 1. i 2. dati su osnovni podaci tipova prema standardizaciji francuske elektroprivrede.

Oni predviđaju primjenu linije plaćanja umjesto linije teoretskog iskopa iz ovih razloga:

— «teoretska« linija iskopa predstavlja nejasan pojam u ugovoru, koji izvođaču daje mogućnost naknadnih reklamacija;

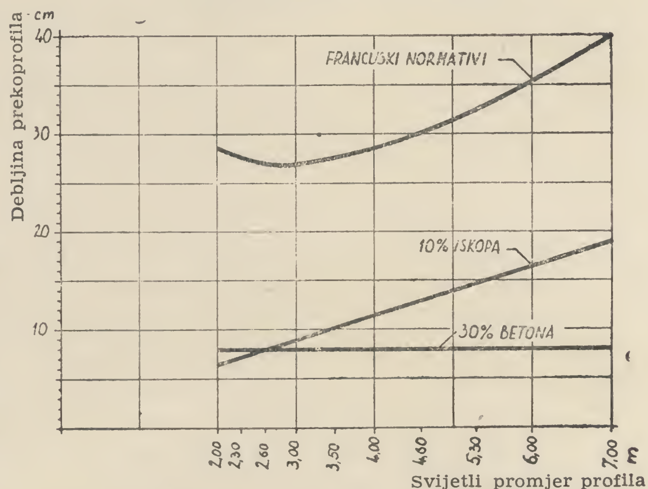
— stvarna kubatura betona može biti dvostruka ili trostruka od teoretske, što može dovesti do teških pogrešaka kod izbora kamenoloma ili šljunčara, dimenzioniranja instalacija, vremenskog planiranja betoniranja i t. d.;

— iskustvo je pokazalo, da je stvarno izvedena obloga deblja od projektirane, pa projektant može sa sigurnošću računati sa betonom prekoprofila i povećati istovremeno čisti profil, jer je obloga u ovom slučaju prilagođena realnom stanju stvari (vidi sl. 2.).

Na sl. 3. izvršena je komparacija francuskih normativa i naših normi.

Iz gornjeg kratkog prikaza primjene linije plaćanja vidi se, da su argumenti za primjenu standardnih presjeka opravdani Od posebnog su značenja podaci prekoprofila, koji su dobiveni velikim iskustvom.

Opći prigovor bi bio, da ti standardi ne vode računa o kvaliteti stijene. Međutim, tuneli se obično



Sl. 3. — Debljina prekoprofila. Procenti su računati uz pretpostavku debljine obloge 30 cm

trasiraju u stijeni normalne kvalitete (u francuskim Alpama škriljci, u našim Dinaridima vapnenci, i t. d.), za koje vrijede normirani presjeci. U lošijoj stijeni bila bi primjena bilo kakove šablone štetna.

TABELA 1. FRANCUSKI STANDARDNI PRESJECI

Broj	ISKOP			Čisti raspon (linija A)	POTKOVASTA OBLOGA			KRUŽNA OBLOGA	
	Raspon gabarita (linija B)	Srednji prekoprofil	Presjek iskopa (linija P)		Proticajni presjek	Beton		Proticajni presjek (linija Ao)	Beton
						Dno	Kalota i oporci		
	m	cm	m²	m	m²	m²	m²	m²	m²
1	2,20	28,5	6,35	2,00	3,31	0,95	2,09	3,14	3,21
2	2,53	27,5	7,85	2,30	4,39	1,02	2,44	4,15	3,70
3	2,86	27	9,58	2,60	5,60	1,18	2,80	5,30	4,28
4	3,30	27	12,20	3,00	7,46	1,39	3,35	7,06	5,14
5	3,85	27,5	16,03	3,50	10,13	1,80	4,10	9,62	6,41
6	4,40	28,5	20,45	4,00	13,27	2,13	5,05	12,56	7,89
7	5,06	30,5	26,60	4,60	17,50	2,74	6,36	16,61	9,99
8	5,83	32,5	34,80	5,30	23,25	3,44	8,11	22,06	12,74
9	6,60	35,5	44,30	6,00	29,80	4,26	10,24	28,27	16,03
10	7,70	40	59,90	7,00	40,60	5,56	14,84	38,48	21,42

Naši uslovi

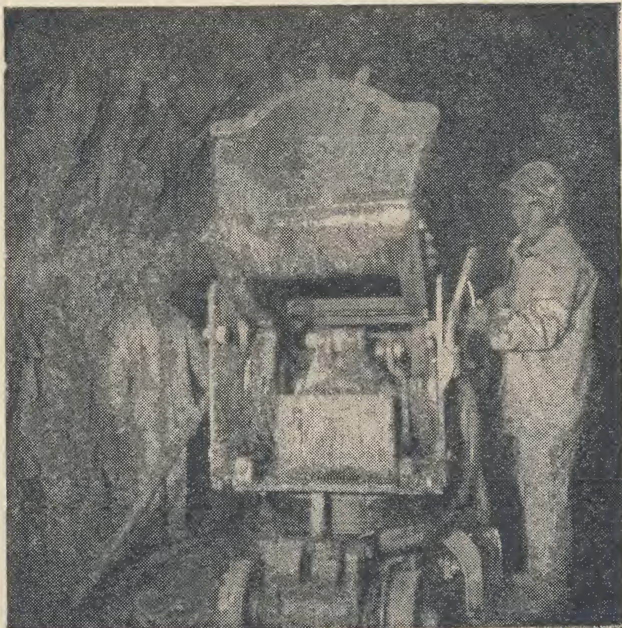
Držimo, da je za naše uslove najispravnije da se za vanjski rub uzme linija B, ali određena tako, da i projektant i izvođač vode računa o stvarnom prekoprofilu u konkretnom slučaju.

Projektant treba da vodi računa o geološkim uslovima i da iskoristiti stvarno ugrađeni beton (vidi sl. 2.).

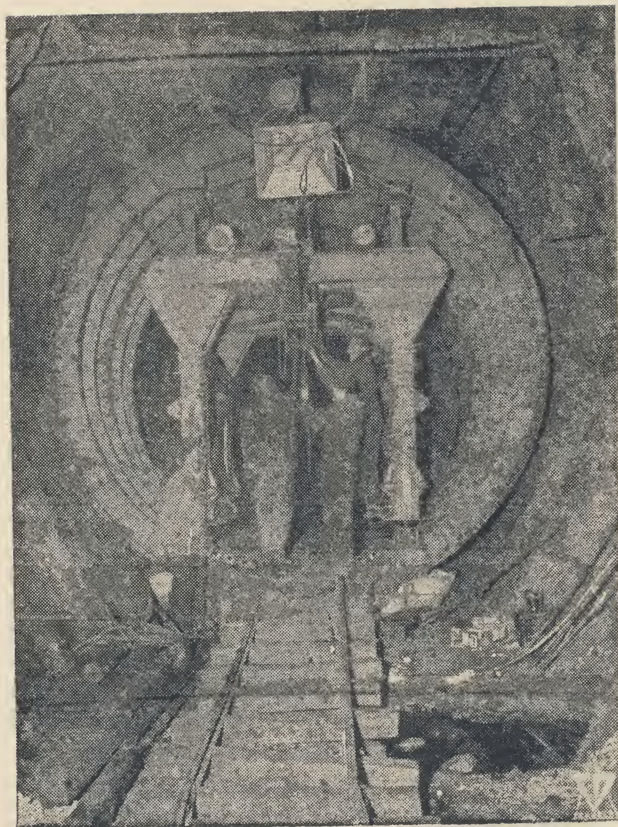
Izvođač, takođe na osnovu geoloških uslova, zatim na osnovu svojih iskustava, mehanizacije i



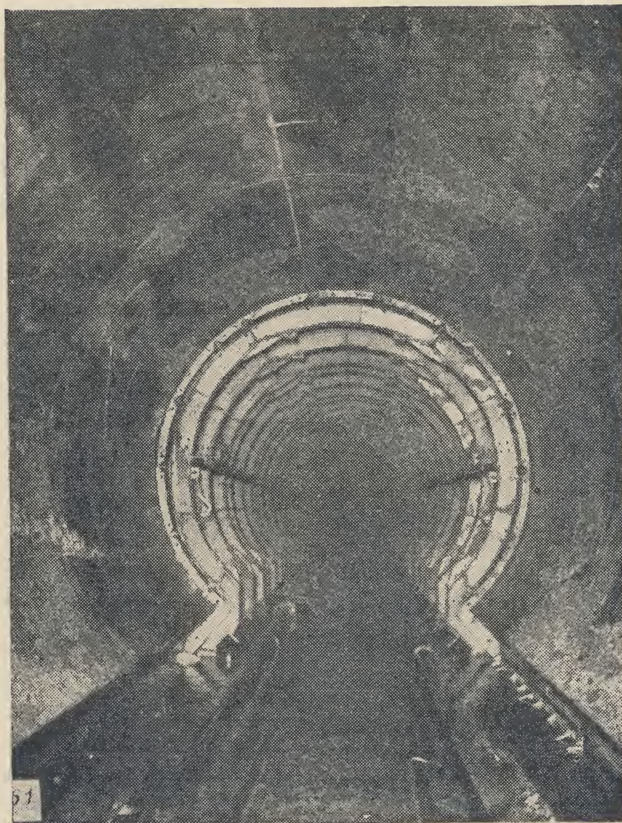
Sl. 4. — Jumbo



Sl. 5. — Eimco



Sl. 6. — Teleskopska oplata



Sl. 7. — Teleskopska oplata

TABELA 2. FRANCUSKI STANDARDNI PRESJECI

Broj	Mjerodavna mehanizacija		
	Utovar	Transport	
		Kolosjek cm	Vagoni litara
1	Eimco 12 A spljošten, cherry-picker	60	500
2	Eimco 21 B, cherry-picker	60	750
3	Eimco 21 D, izmjenjivač (saute-rail)	60	1200
4	Eimco 21 D, izmjenjivač (saute-rail)	60	1900
5	2 Eimco 21 D paralelno, specijalni izmjenjivač, ili	2×60	1900
	Eimco 40 ili Conway 125 na kolosjeku 75 cm	75	2700
6	Conway 75 ili Eimco 40, kalifornijska skretnica	100	3500
7	Conway 75 ili Eimco 40, kalifornijska skretnica	100	4500
8	Conway 75 ili Eimco 40, kalifornijska skretnica	100	6000
9 i 10	2 lopate paralelno, specijalna kalifornijska skretnica	2×100	6000
	(u tunelima do 1 km po napadnom mjestu gusjeničari, Eimco 104, utovarivač Joy)	(dumperi ili shuttelcars)	

uz suglasnost investitora i projektanta, razrađuje metodu rada, kompletira mehanizaciju, organizira gradilište.

Na taj način izvođač će imati dovoljno slobode da odabere oblik presjeka ovisan od metode rada, koji je za njega najekonomičniji, a investitor, koji dobiva sve ponude na bazi istog presjeka sa vanjskom linijom B, može odabrati apsolutno najekonomičnijeg izvođača.

Ovaj način ugovaranja radova je ne samo najstimulativniji u našim današnjim uslovima, nego — što je možda najvažnije — navodi izvođača na punu inicijativu. On sam, koji najbolje pozna svoje mogućnosti, kalkulira mase za iskop i transport i beton za ugradbu. Jedinična cijena s kojom — na bazi istog profila — izlaze svi izvođači, stimulira ga na najekonomičniji način izgradnje.

Na kraju, treba naglasiti, da je za tehnički i ekonomski ispravnu izgradnju tunela potrebna kako suradnja projektanata, izvođača i nadzora, tako i dobro sastavljen ugovor s preciziranim tehničkih uslovima.

REŠENJE ZAGREBAČKOG ŽELEZNIČKOG ČVORA

Ing. **Božidar Milošević**, Beograd

Na moj članak »Predlog za rešenje Zagrebačkog železničkog čvora« objavljen u časopisu »Železnice« broj 6 i 7/57, kao i na članak »Rešenje Zagrebačkog čvora« objavljen u br. 12 istog časopisa, Ing. Milko Sinković, pored ranije objavljenog članka u br. 10/57 časopisa »Železnice« pod naslovom »Zagrebačko željezničko čvorište u pravom svetlu«, objavio je i članak u br. 4/58 časopisa »Građevinar« pod naslovom »Kritički osvrt na najnovije prijedloge za rešenje željezničkog čvora u Zagrebu«. U tim člancima Ing. Sinković je izneo kritiku na rešenja čvora na koju ću se osvrnuti u ovom izlaganju.

Opšte je poznata stvar da se već duže vremena radi na rešenju Zagrebačkog željezničkog čvora i da postoji više predloga za taj čvor od strane raznih autora. Među njima se nalazi i Ing. Milko Sinković koji, po mom mišljenju, najduže radi na ovom važnom i delikatnom problemu, za čije rešenje su mnogo zainteresovane kako Jugoslavenske železnice tako i sam grad Zagreb, jer je u pitanju ne samo jedno od najvećih čvorišta na železničkoj mreži već i drugi po veličini, a možda prvi po lepoti grad u našoj zemlji.

Krajem 1955 godine povereno mi je da sa svojim saradnicima preuzmem rad na izradi pretprojekta toga čvora. Posle toga otpočeli smo da proučavamo ovaj problem i da sakupljamo raniji materijal koji se odnosi na taj čvor, te da na osnovu svega izradimo novi predlog, koji sam detaljno izložio u časopisu »Železnice« br. 6 i 7 od 1957. godine.

Posle objavljivanja predloga Ing. Sinkovića i Ing. Čaklovića rad na rešavanju čvora bio je za duže vreme obustavljen i tek u prvoj polovini 1955. godine je obrazovana komisija od pretstavnika Gradskog narodnog odbora i DJŽ Zagreb, kojoj je dato u zadatak da pregleda i oceni gornje predloge.

Zaključak te komisije bio je:

»Varijanta Ing. Čaklovića je skuplja, ali lakše izvodljiva, funkcionalno povoljnija, kako za železnički tako i za gradski promet.

Varijanta Ing. Sinkovića je jeftinija, ali teže izvodljiva i nepovoljnija za željeznički i gradski promet.

Na osnovu naprijed izloženoga smatramo da je varijanta Ing. Čaklovića i za željeznicu i budući urbanistički razvoj grada povoljnija.

Po našem mišljenju ova bi se varijanta mogla prihvatiti uz slijedeće primedbe:

1) Ranžirni kolodvor locirati centralno južno od Save.

2) Loko teretni kolodvor na zapadnoj strani grada treba preraditi tako da se izbegnu povratne vožnje.

3) Za prelaz preko Save na istočnoj strani proučiti mogućnost upotrebe zajedničkog — jednog — mosta za putnički i teretni promet«.

Po preuzimanju u rad ovoga zadatka trudili smo se da predložimo rešenje kojim bi se, u najvećoj mogućoj meri, odstranile primedbe na ranije predloge, tako da se na kraju krajeva dobije jedno rešenje na osnovu kojega se može pristupiti njegovoj realizaciji.

Kao što je ranije izloženo, u brojevima 6 i 7 časopisa »Željeznice« od 1957 god. detaljno je opisano naše predloženo rešenje kako u etapnom tako i u definitivnom stanju, pa se nećemo zadržavati na ranijem opisu, već ćemo samo, ukoliko to bude potrebno, ponoviti izvesne elemente na koje je Ing. Sinković dao svoj prigovor, a na koje ćemo izložiti svoje mišljenje.

Ispravna je konstatacija da je uvođenje putničkih pruga iz Karlovca i Siska prema prvobitnom našem predlogu u definitivnoj etapi nešto nepovoljnije od onoga kojega predlaže Ing. Sinković, dok je to rešenje u prvoj, drugoj i trećoj etapi skoro istovetno u oba predloga. Nepovoljnost našeg rešenja za putnički saobraćaj iz ovih pravaca u definitivnoj etapi proizišla je iz razloga što je Gradski narodni odbor insistirao na rešenju po kojemu je predviđeno uklanjanje pruge preko postojećeg dvokolosečnog mosta preko reke Save. Međutim, kako se kasnije Gradski narodni odbor saglasio s tim da se pruga preko toga mosta može, za duži vremenski period, iskoristiti za obavljanje železničkog saobraćaja, to je otpala potreba, za izvesno vreme, za zapadnom obilaznom vezom, te će se putnički saobraćaj iz Karlovca i Siska obavljati na postojeći način. Prema tome u celosti otpadaju primedbe Ing. Sinkovića na naše rešenje putničkog saobraćaja iz Siska i Karlovca, i naš predlog sada ima znatne prednosti pred predlogom Ing. Sinkovića, jer je po našem rešenju putnička tehnička stanica i ložionica za putnički saobraćaj smeštena bliže putničkoj stanici, pri čemu su prazne vožnje vozova i lokomotiva svedene na najmanju moguću meru, dok su te vožnje po predlogu Ing. Sinkovića znatno veće, s obzirom na udaljenost putničke tehničke stanice i ložionice od putničke stanice, pa prouzrokuju veće dnevne eksploatacione troškove.

Izgradnji zapadne obilazne veze pristupiće se u vreme kada veličina putničkog i teretnog saobraćaja iz Karlovca i Siska kao i teretnog saobraćaja iz pravca Ljubljane poraste do te mere da dvokolosečna pruga preko postojećeg mosta na reci Savi ne bude mogla da savlada povećani saobraćaj. U tom slučaju zapadna obilazna veza će u prvo vreme služiti za obavljanje teretnog saobraćaja, a u daljoj perspektivi, kad postojeći most dotraje, verovatno će ta veza služiti za obavljanje putničkog saobraćaja. Vreme će pokazati, da li će se i u koje vreme te pretpostavke ostvariti. Jugoslovenske železnice ostaju pri rezervatu terena za zapadnu obilaznu vezu, kako se ne bi na tom potezu izgradili razni objekti koji bi kasnije došli u koliziju sa građenjem te veze. Smatram da neće biti pogrešna konstatacija, ako kažemo da se rešenje bez zapadne obilazne veze može smatrati jednom kompletnom etapom, koja se može lako i bez poteškoća u perspektivi nadograđivati.

Što se tiče položaja centralne putničke stanice, ona je, kako je ranije izloženo, predviđena da se smesti oko 700 m istočnije od postojećeg mesta na uzdignutom platou. To je predloženo iz razloga što će, prema našem mišljenju, troškovi građenja biti manji nego u slučaju podizanja stanice na postojećem mestu, a pored toga mogućnost etapnog izvođenja je ovde mnogo povoljnija. Uostalom, pri daljoj razradi projekta, kako je to zaključila Komisija za reviziju projekata GDJŽ, potrebno je da se obe ove alternative detaljnije analiziraju i njihovo koštanje međusobno uporedi, pa će se tek nakon toga o tome doneti definitivan sud.

Napominjemo da je mogućnost smeštaja putničke stanice na novo predloženom mestu proverena na situacionim planovima u razmeri 1 : 1000, te se to ne može bez ikakve dokumentacije nazivati »opskurnim mestom« i ne može se smatrati da je opravdano mišljenje Ing. Sinkovića, prema kojemu je na tom mestu nemoguće izgraditi putničku stanicu.

Izvestioci Komisije za reviziju projekata GDJŽ u svom izveštaju o pregledu elaborata Zagrebačkog željezničkog čvora, u odeljku koji se odnosi na pomeranje putničke stanice, iznose sledeće:

»Glavni kolodvor u Zagrebu ima jedinstveni položaj na kojem mu mogu zaista zavideti svi drugi gradovi. Otuda su i razumljivi izvesni prigovori, zbog ideje o napuštanju današnje glavne putničke stanice.

Kad se ovom problemu prilazi isključivo sa stanovišta željeznice i kad se posmatra samo njegova ekonomska strana, onda nema opravdanja za napuštanje današnje stanice. Međutim, u ovom problemu postoje faktori koji se ne mogu meriti ekonomskim merilima. Problem putničke stanice u većem gradu mora se posmatrati malo šire. Pri donošenju odluke treba svakako uzeti u obzir ekonomske razloge, ali se ne smeju ispustiti iz vida ni oni drugi — neekonomski faktori, koji su od uticaja na rešenje zagrebačkog čvora.

Neosporno je da bi produženje Zrinjevca do Save bio izvanredan potez u estetskom pogledu. Ono što bi grad time dobio, to se ne može meriti ekonomskim merilima. Činjenica je, međutim, da bi grad mnogo dobio. Ako sada i nema objektivnih mogućnosti da se ovaj poduhvat provede u delo, to ne znači da ih nikad neće biti. Stoga ne bi bilo opravdano da se ideja o produženju Zrinjevca do Save uguši u korenu insistiranjem na zadržavanju postojeće stanice. Ovo tim pre što putnička stanica na novom mestu pruža također povoljne uslove za rad.

Do napuštanja postojeće stanice ne može objektivno doći u skoroj budućnosti. Međutim, sadašnja postrojenja prilično su opterećena i već se oseća potreba za proširenjem i povećanjem kapaciteta u stanici. U perspektivi će se saobraćaj povećati sve više i više, tako da ga postojeća postrojenja jednog dana neće moći da savladaju.

Teško je pretpostaviti da bi se mogle preduzeti radikalnije mere u čvoru i izgradnji nove putničke stanice već u momentu kad postojeća postrojenja dođu u krizu. Stoga se moraju preduzeti mere za proširenje postrojenja putničke stanice, tako da mogu zadovoljiti potrebe saobraćaja dok su u službi. Ovo je uslov, bez kojega se ne bi moglo usvojiti rešenje iz pretprojekta, jer će postojeća postrojenja brzo postati usko grlo, a sredstava za velike rekonstrukcije verovatno tada još neće biti.

Predloženo rešenje dovoljno je elastično u vezi sa putničkim saobraćajem. Ono omogućava odvijanje saobraćaja u postojećoj stanici sve dok ne dođe do izgradnje nove stanice, pod uslovom da se omogući izvesno proširenje kapaciteta. Izvestioci stoga smatraju da bi se u principu mogao usvojiti predlog iz pretprojekta u vezi sa putničkom stanicom«.

Prema svemu izloženom svakome je jasno da se ne može težnja za iznalaženjem najpodesnijeg rešenja za smeštanje putničke stanice kvalifikovati kao izlišna i apsurdna, a još manje stoji to da je ovo »idejna mahinacija«, kako to naziva autor kritike.

Ing. Sinković dalje u svojoj kritici uporno brani svoju koncepciju sa dve ranžirne stanice, koja je u principu pogrešna, iz razloga koje sam ranije izložio u objavljenom prikazu rešenja čvora po njegovoj koncepciji. Smatram nepotrebnim da te iste primedbe ponavljam, pa ću ovde izneti mišljenje najeminantnijih stručnjaka J. Ž. angažovanih za izvestioce Komisije za revizije projekata GDJŽ, koji su detaljno analizirali i upoređivali oba ova predloga.

»Idealno bi bilo kada bi se ceo ranžirni rad u čvoru mogao obaviti na jednoj jednostranoj stanici. Međutim, predviđeni broj kola za preradu u čvoru znatno je veći nego što se normalno može preraditi na jednostranoj ranžirnoj stanici. Stoga dolazi u obzir ili jedna dvostrana stanica (kako je predviđeno u pretprojektu Zavoda), ili dve jednostrane stanice. Izvestioci su razmatrali i jednu, i drugu mogućnost.

Centralna dvostrana ranžirna stanica u težištu teretnog saobraćaja neosporno je povoljnije rešenje nego dve jednostrane stanice — ekscentrično postavljene. Kod ovakvog rešenja povoljniji su i troškovi investicija, i troškovi eksploatacije.

Troškovi investicija povoljniji su pre svega, jer je kod rešenja sa jednom centralnom dvostranom stanicom potrebno bar za 20—30% manje kolosečnog materijala nego kod dve odvojene jednostrane stanice. S tim u vezi smanjuju se i troškovi donjeg stroja pod pretpostavkom da su terenski uslovi približno isti. Kod ovakvog rešenja potrebna je samo jedna ložionica za teretnu vuču, umesto dve odvojene ložionice. Broj i površina ostalih službenih zgrada takođe je znatno manji nego kod dve posebne stanice.

Troškovi eksploatacije su povoljniji, jer otpada potreba za dvostrukim ranžiranjem kola u čvoru sem povratnog i lokalnog bruta. Zbog toga su troškovi manevarskog rada objektivno manji, a kola se kraće zadržavaju u čvoru.

Ako bi se bruto ranžirao na mreži posebno za jednu, a posebno za drugu ranžirnu stanicu u Zagrebu, da bi se izbeglo dvostrano ranžiranje kola u čvoru, onda bi se pojavio višak troškova na svakoj ranžirnoj stanici koja formira grupe za zagrebački čvor, zbog povećanog manevarskog rada i zbog dužeg bavljenja kola u tim ranžirnim stanicama. Pa i pored svega toga, dvostruko ranžiranje kola u zagrebačkom čvoru ne bi se moglo praktično izbeći.

Zbog povratnog bruta se ne umanjuju prednosti dvostrane stanice.

Troškovi eksploatacije su povoljniji sem toga, jer je saobraćajna služba centralizovana u jednoj stanici, pa je potrebno znatno manje osoblja nego kad bi postojale dve posebne ranžirne stanice. Najzad, kod ovakvog rešenja otpada potreba za posebnom organizacijom prevoza bruta između odvojenih ranžirnih stanica. Zbog toga je potreban manji lokomotivski park i manji broj osoblja, pa i to povoljno utiče na troškove eksploatacije.

Kod velikih lokoteretnih stanica javlja se potreba za ranžiranjem bruta prema pojedinim manipulativnim mestima. Ovo se ranžiranje obično ne može izbeći, bez obzira na broj i položaj ranžirnih stanica. Prema tome, i kod jednog i kod drugog rešenja ranžirne stanice ostaje ista situacija u vezi sa ranžiranjem bruta za pojedina manipulaciona mesta.

Dve odvojene stanice, ekscentrično postavljene, nešto su malo podesnije za lokalni rad, ali su mnogo nepodesnije za rad sa tranzitnim brutom nego što je to slučaj sa jednom centralnom dvostranom stanicom. U zagrebačkom čvoru obavljaće se pretežno rad sa tranzitnim brutom, a znatno manje sa lokalnim brutom.

U vezi sa položajem civilnog aerodroma izvršeno je nekoliko pomeranja ranžirne stanice. Na kraju je predložena varijanta 4, sa kojom su se složili svi zainteresovani.

Na osnovu svega napred izloženog izvestioci smatraju da treba u načelu usvojiti rešenje ranžirne stanice prema varijanti 4 pretprojekta Zavoda, jer takvo rešenje ima niz prednosti u poređenju sa drugim rešenjima, koja imaju dve ili više ranžirnih stanica«.

U ovom izlaganju sam se u najkraćim potezima osvrnuo na one stavke iz kritike Ing. Sinkovića za koje sam se osećao obaveznim da dadem odgovor. Na one primedbe koje su proistekle iz proizvoljnih tumačenja mojih navoda od strane autora kritike nisam smatrao za potrebno da odgovaram, jer se odnose na neke manje značajne momente koji ne zadiru u osnovnu koncepciju čvora. Na primer, prema našem predlogu su predviđena odvajanja sa otvorene pruge, pri čemu autor kritike nije uočio da se takvi odvojci dopuštaju na dvokolosečnim prugama, jer su odvojci u istom smeru vožnje, pa ne predstavljaju nikakvu opasnost za bezbedno odvijanje saobraćaja.

Izvestioci Komisije za reviziju projekata GDJŽ razmatrali su naporedo s našim predlogom za rešenje čvora i predlog Ing. Sinkovića, i nisu takve primedbe autora kritike uvažili kao ispravne.

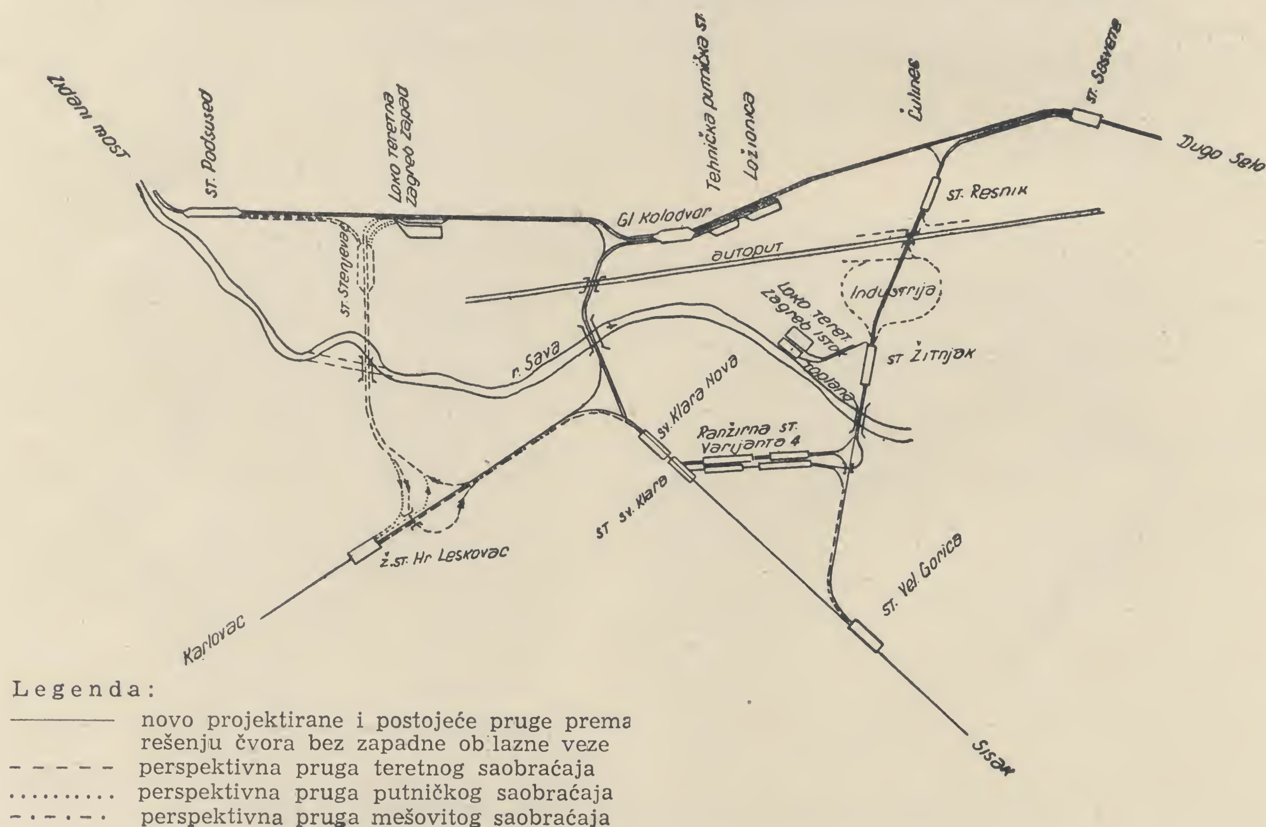
U radu na rešavanju čvora učestvovali su, s obzirom na njegovu kompleksnost, pored neposrednih projektanata i naši najeminentniji saobraćajni i mašinski stručnjaci, pa smo zajedno, u relativno kratkom vremenu, na kraju krajeva, uspešno završili taj posao.

Napominjem da sam se koristio samo sa materijalom koji se odnosi na istorijski razvoj zagrebačkog željezničkog čvora, iz štampanih predavanja »Kolodvori i kolodvorska postrojenja« iz 1948. godine. Stoga je deplasirana ograda Ing. Sinkovića da osnovne smernice za projektovanje čvora nisam mogao crpiti iz tih štampanih predavanja, koja, za ovu svrhu, po mom mišljenju predstavljaju nedovoljnu literaturu.

Moderna ranžirna tehnika imperatvino nalaže da se najekonomičnije rešenje sastoji u koncentraciji ranžirnog rada na jednom mestu. S druge strane, pojam, šta se podrazumeva pod izrazom ranžiranja kako u širem tako i užem smislu reči, proizvoljno se tretira u kritici, pa se stanice na kojima se vrši manevarski rad oko dopreme i otpreme bruta na istovarna i utovarna mesta pogrešno klasificiraju u ranžirne stanice, ma da to u stvari nisu. Prema tome, u našem predlogu Ing. Sinković je pronašao da u stvari nije predviđena samo jedna ranžirna stanica nego četiri, a po tom istom tumačenju se može računati da u predlogu Ing. Sinkovića ima ne dve nego pet ranžirnih stanica.

Na kraju napominjemo da se rad na projektovanju čvora obavljao u neposrednoj saradnji železničkih stručnjaka i urbanista. Izloženo rešenje je odobreno od Komisije za reviziju projekata GDJŽ, sa primedbama koje se, kako je ranije izneto, odnose na privremeno odustajanje od za-

Shematski prikaz zagrebačkog železničkog čvora u etapnom i definitivnom stanju



Legenda:

———— novo projektirane i postojeće pruge prema rešenju čvora bez zapadne ob lazne veze
- - - - - perspektivna pruga teretnog saobraćaja
.... perspektivna pruga putničkog saobraćaja
-·-·-·- perspektivna pruga mešovitog saobraćaja

padne obilazne pruge. Na osnovu ovoga, kao što je ranije izneto, zadržaće se pruga preko postojećeg dvokolosečnog mosta preko reke Save. Preko toga mosta će se obavljati putnički saobraćaj za pravce Sisak i Karlovac, kao i teretni saobraćaj iz ranžirne stanice za smer zapad. Ukoliko bi se pojavila potreba za rasterećenjem postojeće pruge preko Savskog mosta, za uvođenjem putničkih vozova iz Siska u putničku stanicu može, u slučaju izvanredne potrebe, da posluži i istočna obilazna veza, a takva situacija, kao što je ranije izloženo, usloviće izgradnju zapadne obilazne veze.

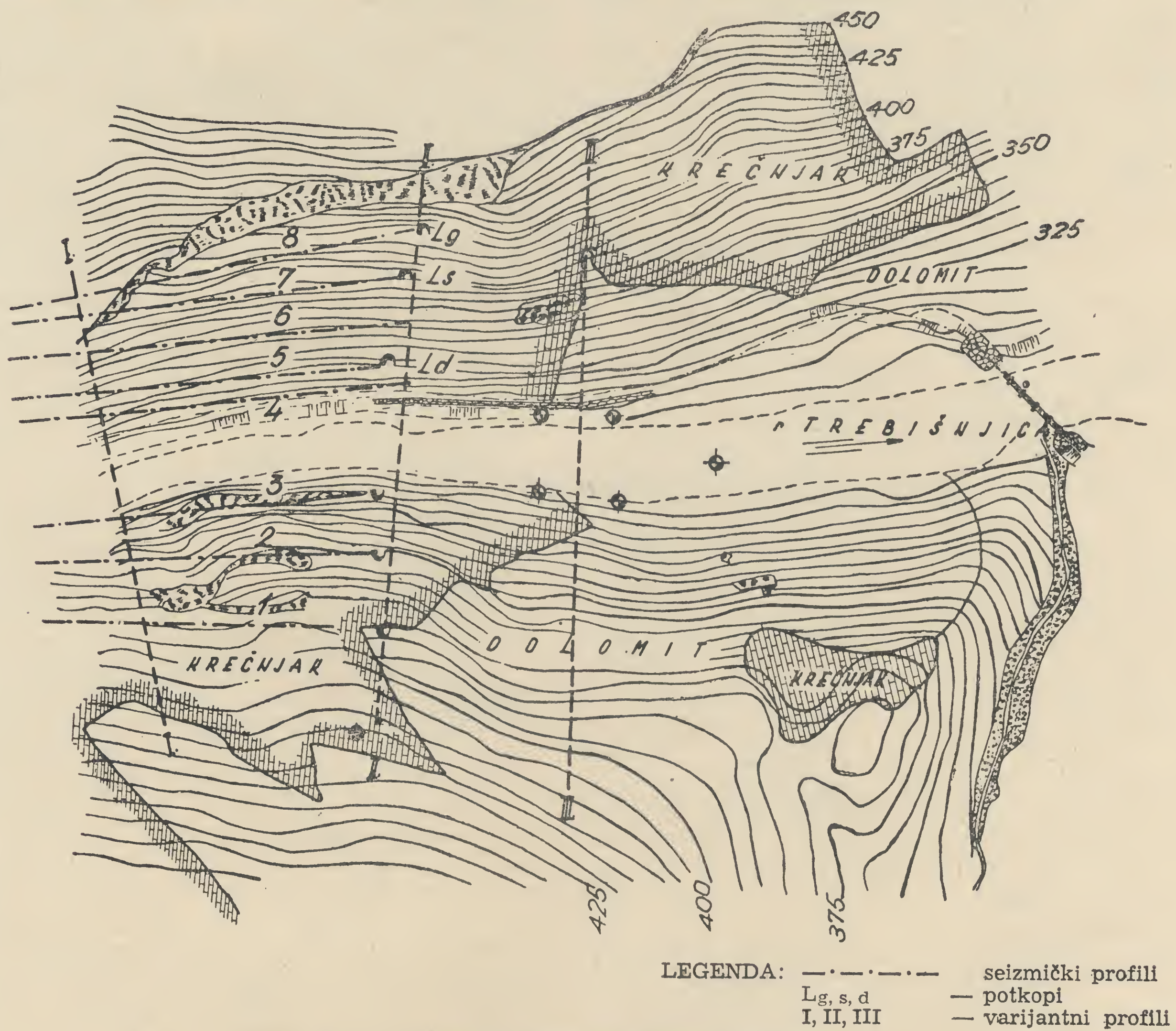
Položaj loko-teretnih stanica u čvoru, prema sugestijama Komisije za reviziju projekata GDJŽ, potrebno je još razmotriti i nastojati, da se one, u daljem radu na razradi idejnog projekta čvora, što više približe gradu i ranžirnoj stanici.

Shema usvojenog rešenja čvora u sadašnjoj fazi izgradnje sa perspektivnim proširenjem prikazana je na slici.

PRIMJENA REFRAKCIONE SEIZMIČKE METODE ZA ODREĐIVANJE ELASTIČNIH OSOBINA STIJENE NA PREGRADNOM MJESTU GRANČAREVO

Ing. **Petar Stojić** i Ing. **Kosta Torbarov**, Elektroprojekt — Sarajevo

Pri rješavanju mikrolokacije brane »Grančarevo« razmatrana su na pregradnom mjestu 3 profila. Brižljiva razrada projekata različitih tipova brana, na profilima pregradnog mjesta pokazala je, da je profil I-I najekonomičniji i on je definitivno usvojen za lokaciju kupolne brane (sl. 1).



Sl. 1 — Situacija pregradnog mjesta Grančarevo

Paralelno sa komparativnom razradom projekta brane vršeni su i istražni radovi u profilu II-II; prema dotadašnjim rezultatima taj profil se činio najpovoljnijim.

Istražnim radovima na profilu II-II izvedena su duboka bušenja s ispitivanjem propusnosti za vodu i iskop potkopa u bokovima doline.

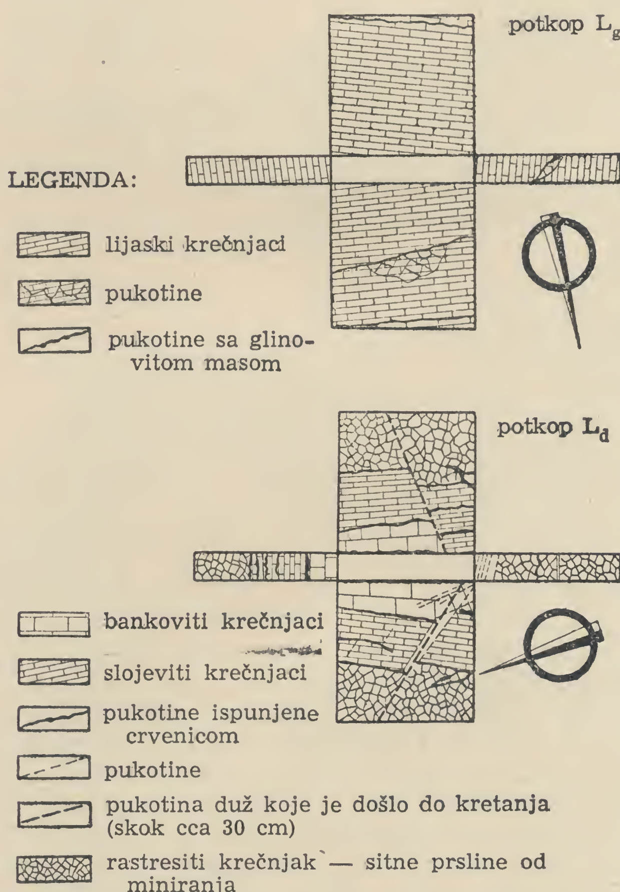
Iskopom istražnih potkopa na bokovima doline (3 na svakom boku) želio se utvrditi kvalitet stijene ispod površine terena i modul elastičnosti stijene. Kako su se radovi na iskopu produžili iznad očekivanog roka, a projekt je u završnoj fazi pokazao, da je profil I-I ekonomičniji, odustalo se od uobičajenih načina ispitivanja modula elastičnosti. Po analogiji i iskustvu usvojena je vrijednost modula elastičnosti za profil I-I i II-II; na osnovu tih vrijednosti izvršeno je i statičko provjeravanje dimenzija razmatranih tipova brana.

Malo vremena poslije izrade idejnog projekta HE Trebišnjica, grupa za geotehnička ispitivanja Elektroprojekta izvršila je ispitivanje modula elastičnosti tlačnim jastucima u profilu II-II.

Za određivanje modula elastičnosti odabrani su potkopi na lijevoj obali, kako zbog lakšeg pristupa, tako i zbog izvjesnih geoloških faktora.

Pregradno mjesto za HE Grančarevo nalazi se u litiotiskim lijaskim krečnjacima, koji leže na gornje trijaskom dolomitu jezgra lastvanske antiklinale. I varijanta II-II, i varijanta I-I nalazi se sjevernije, odnosno uzvodnije od kontakta sivo-smeđih lijaskih krečnjaka sa trijaskim dolomitom. Na lijevoj obali krečnjaci se prostiru više u pravcu juga nego na desnoj. Na desnoj obali bankoviti litiotiski krečnjaci su blago ubrani i ispresijecani sa nekoliko pukotina, koje strmo padaju nizvodno. Bankoviti krečnjaci na lijevoj obali imaju pravac pada niz padinu, odnosno u istočno polje. Generalni pravac pružanja tih slojeva je SZ-JI sa priličnim brojem lokalnih odstupanja. Postoji pretpostavka, da je prilikom ubiranja stijena došlo i do izvjesnog kretanja, odnosno manjeg kraljuštanja. Ta se pretpostavka potkrepljuje postojanjem tektonskih prozora u lijaskom krečnjaku, kao i manjih krpa tog krečnjaka na trijaskom dolomitu. Činjenica je, da je to područje predstavljalo mjesto intenzivnijih tektonskih pritisaka te je krečnjak naročito u površinskim partijama (nešto više na lijevoj obali) jako ispucao. Ova lijeva obalska padina prekrivena je tankim pokrivačem sipine i dosta velikim krečnjačkim blokovima. Pukotine su vrlo često ispunjene crvenicom ili glinovitim materijalom, a u samom krečnjaku, naročito u tanje uslojenim dijelovima, dosta su česti laporovito-ugljeviti proslojci. Može se takođe reći, da je i karstifikacija više izražena na mjestima gdje je skoncentrisan veći broj pukotina, kako međuslojnih, tako i pukotina druge orijentacije. Prema podacima istražnih bušenja i ispitivanja propusnosti za vodu može se zaključiti, da karsni procesi ovdje nisu prodrli duboko u stijenu, a najčešća je pojava, da su pukotine i prsline u stijeni potpuno ili djelimično zapunjene glinovitim materijalom ili crvenicom.

Sve navedene karakteristike stijena na pregradnom mjestu svakako imaju utjecaja na rezultate ispitivanja modula elastičnosti bilo statičkim putem bilo seizmičkom metodom. Činjenica je, da se prilikom ispitivanja metodom tlačnih jastuka dobivaju rezultati samo za ograničen i dosta skučen prostor, jer proizvedeni pritisci ne djeluju praktično na veću masu stijene. Na taj način dobivene vrijednosti modula elastičnosti nose u sebi odraz čisto lokalnih geološko-tektonskih i drugih karakteristika stijene (ispucalosti stijene, zapunjenosti pukotina ovim ili onim materijalom, prostornog položaja slojeva i pukotina u odnosu na položaj osovine tlačnog jastuka i t. d.). Uzimajući u obzir pobrojane karakteristike stjenovite mase odabrane su i lokacije za tlačne jastuke tako, da se dobiju bar približno maksimalne i minimalne vrijednosti statičkog modula elastičnosti stijene. U tu svrhu određeni su na lijevoj obali Trebišnjice potkopi L_g i L_d (slika 1), jer i najveća razlika u inženjersko-geološkim karakteristikama stijene postoji baš između ova dva potkopa.



Sl. 2 — Razvijeni geološki blokprofili iskopa za tlačne jastuke

Kako se vidi iz razvijenih geoloških blokprofila iskopa za tlačne jastuke (slika 2), moglo se očekivati da će prilikom ispitivanja veće deformacije stijene nastupiti kod iskopa u potkopu L_d, gdje je skoncentrisan i veći broj pukotina i gdje je pod dejstvom tektonskih pritisaka došlo do kretanja slojeva. Pored toga, stijena je tu oslabljena prslinama, koje su nastale zbog nedovoljne pažnje u radu prilikom miniranja.

Daleko bolji kvalitet stijene pokazao je iskop za tlačni jastuk u potkopu L_g, pa su i dobivene vrijednosti statičkog modula elastičnosti mnogo veće. Ovdje u krečnjacima ima daleko manji broj pukotina i prslina, pa su i deformacije u masi stijene bile znatno manje.

Ispitivanjem modula elastičnosti, statičkim putem na osnovu deformacija, dobiveni su ovi rezultati:

potkop L_g — $E_s = 30\,000$ kg/cm² ($p = 40$ kg/cm²)

potkop L_s — $E_s = 78\,000$ kg/cm² ($p = 30$ kg/cm²)

Međutim, iskorišćujući podatke iznesene pretežno u talijanskoj tehničkoj literaturi, a i svoja iskustva, Elektroprojekt je pokušao da dođe do izvjesnih geofizičkih rezultata, koji bi bili pogodni za tehnička razmatranja. Zbog toga je zaključeno, da se u program daljnih istražnih radova uključe i ispitivanja modula elastičnosti seizmičkim putem, kao i određivanje dubine zona različitih geotehničkih karakteristika. Taj posao povjeren je preduzeću »Geofizika« Zagreb.

Kao podloga rezultatima seizmičkih ispitivanja trebali su da posluže istražni radovi izvedeni na profilu II-II.

Dinamički modul elastičnosti proračunat je na osnovu brzine longitudinalnih potresnih valova; ta brzina dobiva se na temelju registriranog vremena prolaženja seizmičkih valova od mjesta eksplozije do seizmografa i udaljenosti između ovih dviju točaka. Većim razmakom između tih točaka omogućuje se prijem refrakcionog vala i sa većih dubina.

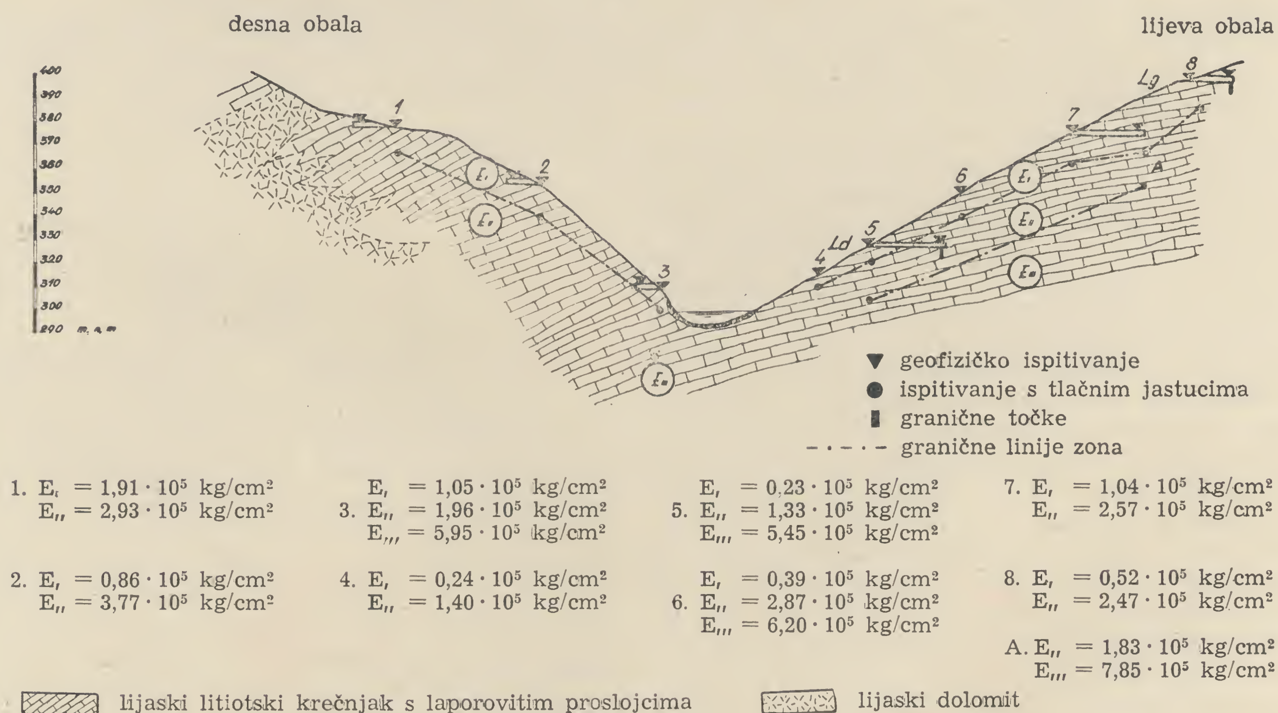
Na području brane Grančarevo, bili su postavljeni seizmografi, koji su registrirali eksplozijom izazvane valove u osam pravaca paralelnih sa rijekom. Eksplozije su izazivane u krajnjim i srednjim točkama na tim pravcima, kao i na kraju istražnih potkopa.

Obostranim paljenjem na pravcima omogućilo se iznalaženje dubine zona različitih elastičnih karakteristika što se tiče širenja vala.

Srednje vrijednosti modula elastičnosti, koje su određene dinamičkim putem, kreću se u širokim granicama od $0{,}24 \cdot 10^5$ do $7{,}85 \cdot 10^5$ kg/cm².

Kod ispitivanja modula elastičnosti refrakcionom seizmičkom metodom zahvata se daleko veća masa stijene, a dobiveni rezultati nisu više odraz usko lokalnih činilaca i prilika. Na taj način dobivene vrijednosti dinamičkog modula elastičnosti u pravilu su uvijek veće od statičkog, i problem je uspostaviti neki korespondentni odnos među tim vrijednostima. Za praktične svrhe značajno je, međutim, naći izvjesnu zakonitost u gradaciji dinamičkog modula elastičnosti u odnosu na kvalitet i pogodnost stijene za fundiranje objekata.

Ispitivanja su pokazala, da na području pregradnih mjesta postoje 3 različite zone s obzirom na elastične osobine, i to:



Sl. 3 — Razvijeni profil II-II po osovini brane

G o r n j a z o n a rastresenog materijala, sa malim brzinama širenja vala; $E_{dI} = 0,24 \cdot 10^5$ — — $1,91 \cdot 10^5$ kg/cm², dubina zone od 0,0 do cca 12,0 m.

S r e d n j a z o n a sa većim brzinama širenja vala; $E_{dII} = 1,33 \cdot 10^5 — 3,77 \cdot 10^5$ kg/cm², dubina zone od cca 3,5 do cca 28,0 m.

D o n j a z o n a, na većoj dubini konsolidacije; $E_{dIII} = 5,45 \cdot 10^5 — 7,85 \cdot 10^5$ kg/cm², dubina zone preko cca 20,0 m.

U elaboratu, koji je izradilo poduzeće »Geofizika« Zagreb, dane su i granice između zona različitih elastičnih svojstava na ispitivanim pravcima.

Spajanjem graničnih točaka tih zona na već spomenutim profilima pregradnog mjesta, dobivene su linije, koje nam razgraničavaju pojedine zone u spomenutim profilima. Pri tome treba imati u vidu i otstupanja duž tih pravaca. Naime povećavajući broj seizmičkih profila, svakako bi se dobilo više graničnih točaka, tako da bi spajanjem tih točaka tačnije razgraničili zone različitih elastičnih osobina.

Značajno je napomenuti, da dobivene tri zone različitih brzina prostiranja longitudinalnih valova ne pretstavljaju u litološkom smislu tri različite sredine. Na profilu II-II (slika 3) istražnim bušenjem je konstatovano, da od površine terena do kote cca 150 m. n. m. nema gotovo nikakvih litoloških promjena i da je lijeva obala Trebišnjice na pomenutom profilu izgrađena od lijaskih krečnjaka sa laporovitim proslojcima. Na desnoj obali ima litofacijalnih promjena, i tu dolomit i krečnjak lijasa prstasto zalaze jedan u drugi.

Na profilu varijante I-I, gdje nije bilo istražnih bušenja, na osnovu geološke karte može se pretpostaviti vrlo slična situacija kao i na profilu II-II, s tim što bi eventualne litološke promjene nastupile i u jednom i u drugom boku na još nižim kotama.

Iz ovoga se vidi da na brzine prostiranja longitudinalnih seizmičkih valova nisu uticale litološke promjene, već promjene fizičko-tehničkih karakteristika stijena u vertikalnom smislu.

Ako uporedimo rezultate seizmičkih ispitivanja za modul elastičnosti sa rezultatima, koji su dobiveni tlačnim jastucima, tada se uočava teškoća utvrđivanja nekog komparativnog podatka, koji bi se mogao koristiti za profil I-I.

Razlika između vrijednosti modula elastičnosti koja je dobivena geofizičkim putem, u krajnjim točkama ovog potkopa, ne opravdava tako veliku razliku u vrijednostima modula elastičnosti, koje su dobivene metodom tlačnih jastuka.

	Potkog L_g	Potkop L_d
Ispitivanje putem deformacije E_s	$0,78 \cdot 10^5$	$0,30 \cdot 10^5$ kg/cm²
Ispitivanje geofizičkim putem E_d	$2,47 \cdot 10^5$	$2,87 \cdot 10^5$ kg/cm²

Razlog ovome mogu biti i već spomenute pukotine (u potkopu L_d), koje su imale uticaja na ispitivanja tlačnim jastukom.

Osnovni podatak, koji nam daju vrijednosti dinamičkog modula elastičnosti, jeste taj, da smo dobili širi uvid u elastične osobine stijena, koje izgrađuju bokove na pregradnom mjestu. Iz podataka vidimo, da su vrijednosti modula elastičnosti za gornju i srednju zonu, na lijevom boku niže od vrijednosti na desnom boku. Jasno, ovo će imati uticaja i na daljne istražne radove.

Drugi podatak, također važan, daju granične točke i granične linije za zone različitih elastičnih osobina.

Zbog potkrepljenja gornjeg mišljenja prisiljeni smo da napravimo malu digresiju.

Na osnovu ispitivanja modula elastičnosti, geofizičkim putem, pomoću refrekcione seizmičke metode, za različite stijene u Alpama i Predalpama (Veneto), Dr. Ing. Semenza je predložio klasifikaciju stijena po decimalnoj skali, i to tako, da se vrijednost modula elastičnosti izrazi sa $E \cdot 10^5$ kg/cm². Ta bi klasifikacija bila:

V r i j e d n o s t $E \cdot 10^5$	S t i j e n a
do 2,5	loša ili srednja
2,5— 5,0	dobra
5,0— 7,5	vrlo dobra
7,5—10,0 i	odlična

Ako usvojimo gornju iskustvenu klasifikaciju, vidimo, da je predviđena dubina fundiranja brane Grančarevo na profilu I-I dobro odabrana i da se temeljna sljubnica nalazi u dobrim uslovima stijene za fundiranje (sl. 4).

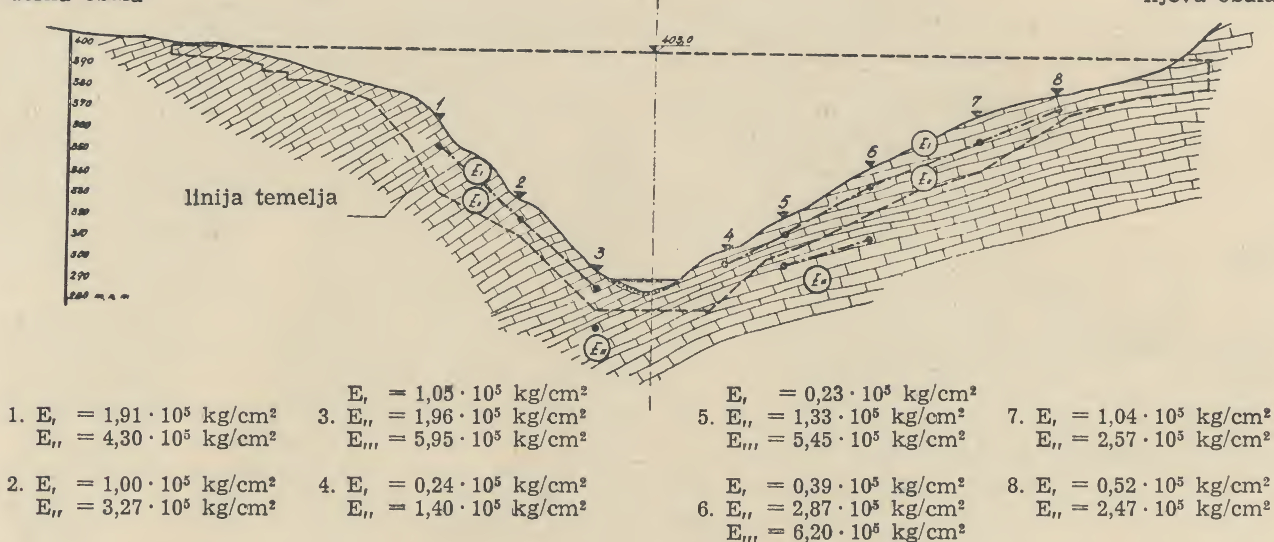
Zbog ilustracije navešćemo tabelarno podatke za pregradna mjesta nekih talijanskih brana.

Na osnovu prethodnog izlaganja možemo zaključiti:

1. Kod razrade idejnog projekta, dok su još investicije za istražne radove ograničenog obima, određivanje modula elastičnosti geofizičkim putem ima ekonomsku i tehničku prednost. Uporedba te vrijednosti modula elastičnosti, sa podacima iz iskustva ili literature, omogućuje da se procjeni statička vrijednost modula elastičnosti realnije nego ocjenjivanjem analogijom na osnovu kvalitete stijene.

2. Određivanjem dubine zona različitih elastičnih karakteristika dolazimo i do dubine pogodne za fundiranje, a to je drugi podatak, također važan kod razrade idejnog projekta.

3. Geofizički rezultati nam omogućuju da izvršimo ispitivanje statičkog modula elastičnosti, sa manjim brojem istražnih potkopa u slučaju ispitivanja sa tlačnim jastucima ili sa jednom probnom komorom. Lokacija istražnih potkopa određuje se u zavisnosti od rezultata geofizičkih ispitivanja.



lijaski litiotski krečnjak sa laporovitim proslojcima

Sl. 4 — Razvijeni profil I-I po osovini brane

PREGRADNO MJESTO	TIP BRANE	STIJENA	METODA ISPITIVANJA				
			SEIZMIČKA	STATIČKA PRIJE INJEKTIRANJA		STATIČKA NAKON INJEKTIRANJA	
			E_d kg/cm²	E_s kg/cm²	p_{atm}	E_s' kg/cm²	p_{atm}
Pieve di Cadore desna obala	lučno-grav.	dolomit	$4{,}6 \cdot 10^5$				
Pieve di Cadore lijeva obala	lučno-grav.	dolomit	$2{,}5 \cdot 10^5$	$0{,}35 \cdot 10^5$	12	$0{,}52 \cdot 10^5$	12
Maè	kupolna	dolomit	$2{,}6 \cdot 10^5$			$0{,}65 \cdot 10^5$	20
Val Gallina	kupolna	dolomit krečnjak	$1{,}8 \cdot 10^5$			$0{,}40 \cdot 10^5$	15
Ambiesta		dolomit	$3{,}0 \cdot 10^5$			$1{,}25 \cdot 10^5$	12
Fedaia		krečnjak	$3{,}9 \cdot 10^5$			$0{,}75 \cdot 10^5$	25

Ispitivanja sa tlačnim jastucima su znatno jeftinija, pa zbog toga ispitivanja možemo izvršiti u više točaka, ali su ta ispitivanja jako ovisna o lokalnim karakteristikama i deformacijama stijene.

Ispitivanjem s probnom komorom opterećujemo desetine kvadratnih metara stjenovite površine i rezultati ovise o deformabilnosti stotina kubnih metara stjenovite mase. Oni su manje podložni lokalnim karakteristikama stijene i bolje odgovaraju deformacijama, koje trpe temelji brane.

Izbor jednog ili drugog načina ovisiće o više faktora kao i o tipu konstrukcije, o veličini građevine, o terenskim mogućnostima i t. d.

Svakako kod ovih radova, bilo geofizičkom ili statičkom metodom, treba imati u vidu i druge faktore, koji manje ili više utiču na valjanost i realnost dobijenih rezultata.

LITERATURA

1. Ing. B. Kujundžić, Ing. B. Čolić: Određivanje modula elastičnosti stene i dubine rastresene zone u hidrotehničkim tunelima pomoću refrakcione seizmičke metode. Građevinar, god. X. br. 4.

2. Prof. Dr. Ing. G. Oberti (1954): Sul comportamento statico degli archi con fondazione cedevoli. L'Energia Elletrica n. 6.

3. Dr. Ing. C. Semenza (1955): Su un sistema di valutazione comparativa delle caratteristiche elastiche delle masse rocciose.

BRANA BHAKRA -- NAJVIŠA GRAVITACIONA BETONSKA BRANA SVIJETA

(Bilješke s puta)

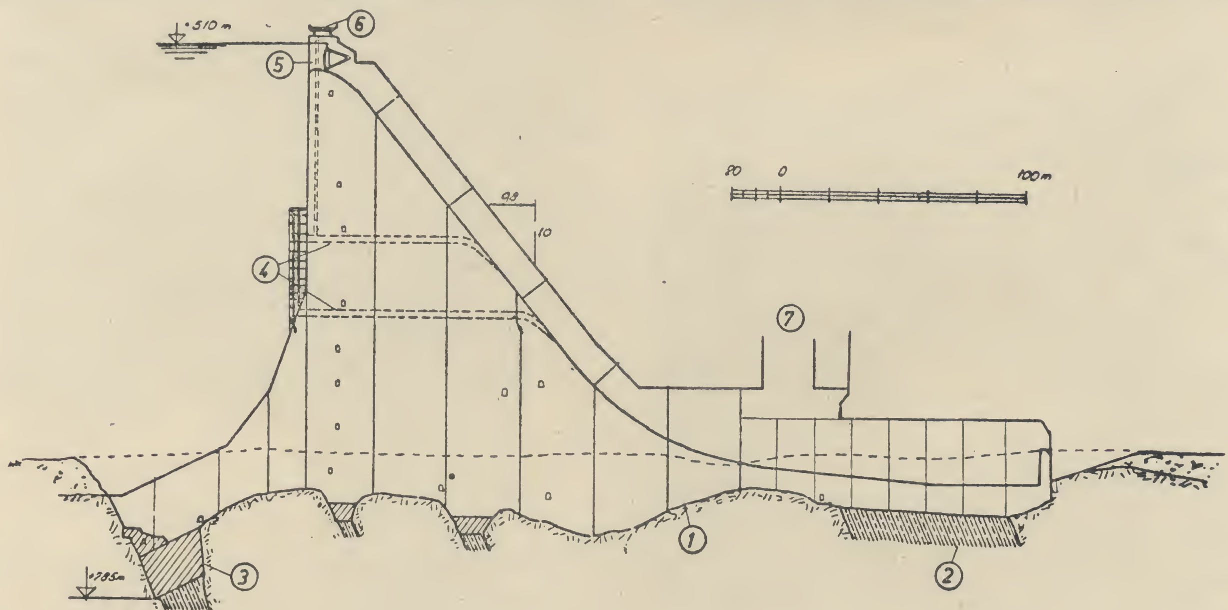
Dr. Ing. **Ervin Nonveiller**, Zagreb

»Bhakra je nešto silno, nešto čudesno, nešto što čovjeka potrese kad ju vidi.«
(Jawaharlal Nehru)

Na obroncima snijежne Himalaje gradi se u dolini rijeke Sutlej (Satledž), na početku indijske nizine provincije istočnog Punjaba (Pendžab), gigantska brana Bhakra, najviša betonska gravitaciona brana na svijetu. To je jedan od mnogih hidrotehničkih objekata, koje indijska vlada gradi u okviru ogromnih napora, da se mnogobrojnom pučanstvu indijskih naroda ostvare uvjeti za postepeno svladavanje vjekovne zaostalosti i bijede Istočni Punjab je potencijalno bogato poljoprivredno područje, u kojem danas narod živi na najprimitivniji način, često na rubu gladi zbog povremenih teških suša.

Akumulaciono jezero, koje će se ostvariti usporavanjem Sutleja, imat će sadržinu od 8,5 milijardi m^3, od čega 6,6 milijardi m^3 korisne sadržine (jezero Peruča kod Sinja imat će »samo« oko pola milijarde m^3 sadržine). Akumulirana voda iskorištavat će se u dvije pribranske hidroelektrane sa po pet jedinica po 90 000 kW, svega 900 000 kW, a godišnja proizvodnja prelazit će 3,5 milijardi kWh. Ipak, glavna svrha objekta je osiguranje vode za irigacioni sistem pod imenom Bhakra—Nangal, koji će kroz kanalsku mrežu ukupne duljine oko 1100 km navodnjavati sjeverni dio istočnog Punjaba. Na tom sistemu kanala sagrađena je brana Nangal, protočne hidroelektrane Gangu̇wal ukupne snage 72 000 kW i Kotla, ukupne snage 48 000 kW, koje su već nekoliko godina u pogonu. Dio kanala i irigacionog sistema također su već u pogonu, zasada još s neujednačenim protokom Sutleja. Tako se paralelno s ostvarivanjem ovog grandioznog projekta postepeno osvajaju nove poljoprivredne površine, a stanovništvo se osposobljava za savremene metode poljoprivredne proizvodnje, što s obzirom na ukorijenjene metode tradicionalne primitivne obrade tla nije jednostavno.

Realizacija cijelog projekta pripremana je brižljivo i sistematski. Trebalo je najprije stvoriti mogućnosti normalnog života za veliki broj radnika i stručnjaka i za izobražavanje stručnih radnika. U tu je svrhu sagrađen novi moderni grad

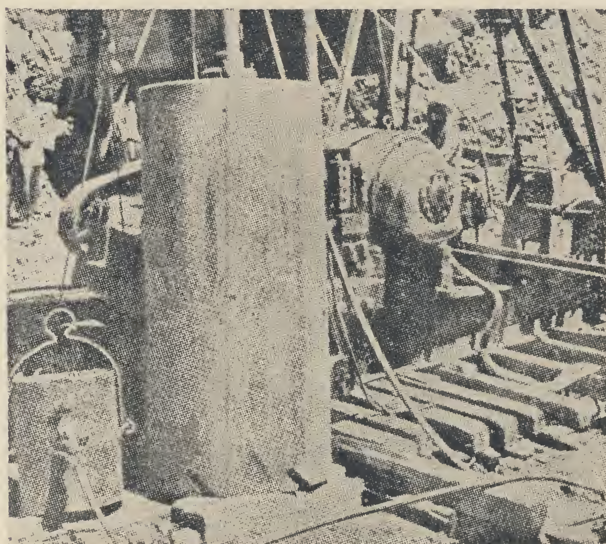


Sl. 1. — Poprečni presjek brane kroz prelivni dio — 1 stijena pješčar — 2 slojevi glinenih škriljavaca — 3 betonski čepovi nad proslojcima glinenih škriljavaca — 4 cijevi i uređaj za ispuštanje vode za irigaciju — 5 prelivna kruna sa zatvaračem za reguliranje — 6 most na kruni brane — 7 zgrada hidroelektrane



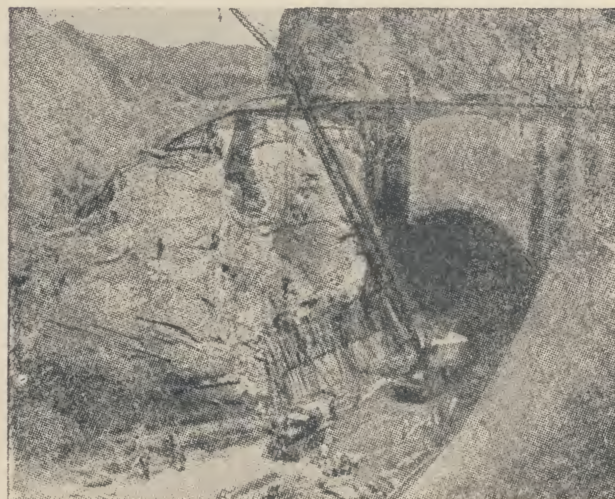
Sl. 2. — Siloviti Sutlej je ukroćen — nizvodni nasuti zagat visine 40 m i izlaz iz desnog obilaznog tunela. Tuneli i zagati dimenzionirani za propuštanje 7000 m³/sec (frekvencija vodnog vala 21 godina).

Nangal Town, željeznički priključak sa glavne pruge do grada i dalje do gradilišta velike brane. Sagrađene su ili modernizirane cestovne komunikacije u rejonu izvođenja radova na branama, kanalima i hidroelektranama. Uređene su najmodernije opremljene remontne radionice i radionice za izradu svih dijelova hidromehaničke opreme. Podignuti su savremeno opremljeni laboratoriji za kontrolu kvaliteta materijala i izvedenih radova.



Sl. 3. — Calix bušilica promjera 92 cm za istražno bušenje u stijeni. Geolog se može spustiti u te bušotine i na licu mjesta proučavati sve detalje sastava stijene.

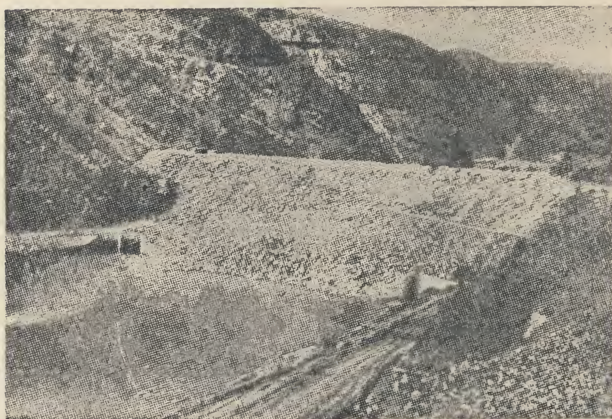
Nakon duge diskusije o prednostima i nedostacima izdavanja izvedbe radova poduzetnicima — koji nisu pristajali da preuzmu izvođenje po stalnim jediničnim cijenama — donesena je odlu-



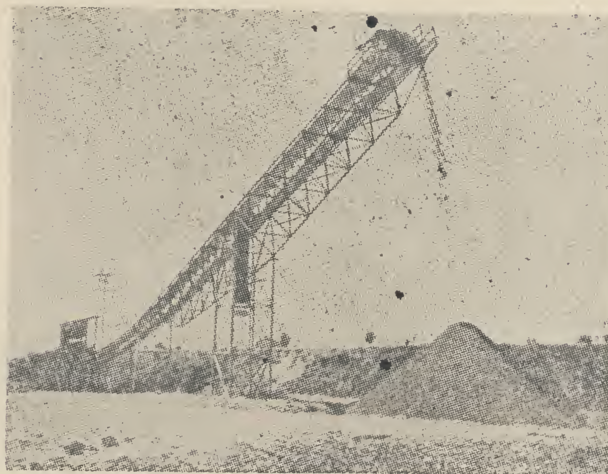
Sl. 4. — Lijevi obilazni tunel — izlazni dio u završnoj fazi građenja.

ka, da se ostvarenje ovog velikog djela povjeri posebnoj državnoj administrativnoj organizaciji. Stvorena je uprava gradnje, koja ima tri grane: projektiranje, organizaciju i izvođenje radova, nadzor i kontrolu kvaliteta.

U fazi projektiranja i pripremanja građenja angažirani su najbolji inozemni stručnjaci, od kojih neki i danas rade u sklopu te državne administrativne organizacije. Veliki broj domaćih inženjera i tehničara angažiran je i uposlen na pripremnim radovima, da bi uz inozemne eksperte na vrijeme upoznao problematiku i osposobio se za teške zadatke, koje postavlja takovo gigantsko gradilište. Tu se osposobljavaju stručnjaci najrazličitijih struka, toliko potrebni za brzo ostvarenje velikih indijskih privrednih planova.



Sl. 5. — Uzvodni nasuti zagat — od šljunka, gline i kamena, visine 65 m, dosada najviša nasuta brana u Indiji. Kubatura obaju zagata iznosi oko 700 000 m³, od čega 110 000 m³ gline.

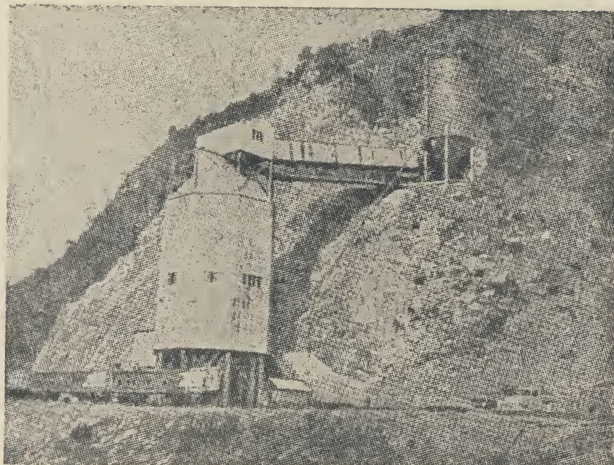


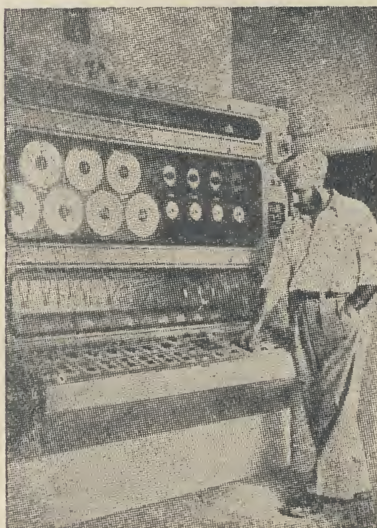
Sl. 6. — Dio velikog konvejera za prevoz šljunka. Ukupno će se iz dvije šljunkare prevesti oko 6,8 miliona m³ šljunka do sortirnice i uređaja za pranje i drobljenje na gradilištu brane. Duljina trake oko 6,5 km.

Prvi projekti za taj objekt datiraju još od 1908. godine. Od tada pa do dana proglašenja nezavisnosti Indije izgledi za njegovo ostvarenje doživljavali su plimu i osjeku. Tek samostalna vlada Indije bila je u stanju da poduzme konačne



Sl. 7. — Dio instalacija za betoniranje na gradilištu Bhakra. Teški radovi terasiranja strmih obronaka bili su potrebni za smještaj pomoćnih radionica, kompresorske centrale, tvornice leda, proizvodnju trasa, uređaja za sortiranje i za hlađenje agregata, betonarne, kao i cestovnih i željezničkih komunikacija.





Sl. 8. — Betonarna tipa Johnson i automatski komandni uređaj. Kapacitet oko 250 m³ gotovog betona na sat.

korake za početak građenja sistema Bhakra Nangal i same brane Bhakra.

Poprečni presjek brane prikazan je na slici 1. Njena visina od najniže točke temelja do krune iznosi 240 m, duljina po kruni 515 m, a širina u dnu 395 m. Kubatura betona iznosi oko 4 miliona m³, a gotovo isto toliko i iskopi za branu i druge objekte. Na srednjem dijelu brane smješten je preliv za propuštanje 8500 m³/sec. Za reguliranje vodostaja predviđene su na prelivnoj kruni četiri radijalne zapornice duljine 15 m, visine 11,5 m svaka. Ispusni organi za irigacione svrhe sastoje se od 16 cijevi promjera 2,4 m, koje ispuštaju vodu na prelivni dio brane. Voda se do turbina dovodi kroz deset tlačnih cijevi promjera 4,6 m. Ukupni kapacitet preliva i svih ostalih odvoda iznosi 11 300 m³/sec, što prema provedenom računu vjerojatnosti odgovara maksimalnom vodnom valu frekvencije deset hiljada godina.

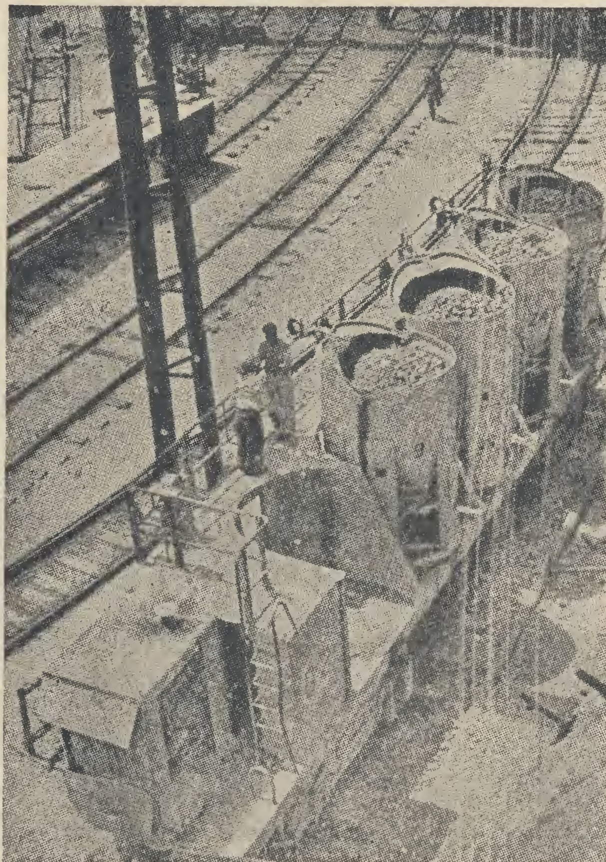
Na kruni brane izradit će se cesta širine 9 m. Sa svake strane preliva nadvisivat će krunu brane po jedan toranj, kroz koji se ulazi u okna sa dizalicama i liftovima za komunikaciju s galerijama za drenažu, injektiranje i inspekciju unutrašnjosti brane, čija ukupna duljina iznosi preko 5 km.

S nizvodne strane smještena je sa svake strane preliva po jedna strojarnica sa po pet turbina snage po 125 000 KS, koje tjeraju generatore od po 90 000 kW.

U prvoj etapi gradi se samo jedna hidrostrojarnica sa pet generatora, ali će tokom ove godine započeti pripreme i za gradnju strojarnice na desnoj strani.

Svi hidraulički detalji brane i pomoćnih organa ispitani su na modelima u državnom institutu za irigacije i energetiku u Amristaru.

Projektiranju objekta prethodila su opsežna ispitivanja, koja uključuju hidrološke studije, preko 30 godina kontinuiranog opažanja vodostaja Sutleja, geofizička i geološka ispitivanja, geološko kartiranje cijelog basena akumulacionog jezera. Bušenja sa vađenjem jezgre za ispitivanje tla do-



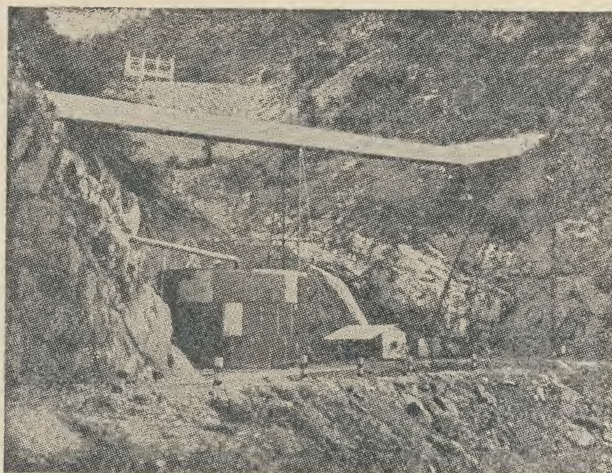
Sl. 9. — Vagon-lokomotor na dizel-električni pogon za prevoz 13 m³ betona na mjesto ugradnje. Široki indijski kolosijek (cca 1,65 m) upotrebljava se za sve transporte na gradilištu i direktno je vezan s mrežom državnih željeznica.

segla su oko 11 000 m, djelomično i sa bušilicama promjera oko 90 cm. Dvadeset i četiri tunela za ispitivanje sastava stijene u bokovima i u dnu kanjona upotpunjuju sliku o opsežnosti prethodnih radova.

Tjesnac Sutleja, na kojem se gradi brana, sastoji se od alternirajućih naslaga tvrdih pješčara i znatno mekših glinenih škriljavaca serije srednjeg miocena (Nahan serija), koje se pružaju okomito na os doline i padaju skoro vertikalno. Slojevi su na mjestu građenja brane borani i iskrižani rasjedima. Ta geološka situacija iziskivala je duboke iskope za temeljenje brane u dnu doline i na bokovima i mjestimično proširenje temelja za osiguranje temelja u blizini slojeva glinenih škriljavaca.

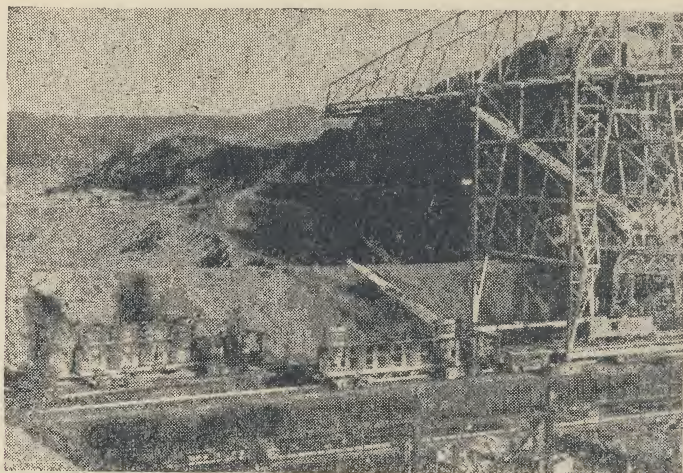
Pripreme za gradnju brane započete su već 1948. godine gradnjom željezničke i cestovne komunikacije do novog grada Nangal Town i do samog gradilišta, udaljenog 75 km od tada krajnje željezničke stanice u Ruparu.

Bilo je od početka očito, da se objekt takovih razmjera ne bi mogao ostvariti bez dosljednje primjene najmodernije mehanizacije za sve radove. Indijski inženjeri obišli su najveća gradilišta brana u svijetu, da upoznaju metode i iskustva rada s mehanizacijom. Angažirani su najbolji stručnjaci s tog područja u inozemstvu. Tako je razrađen detaljni projekt organizacije građenja, kojim se predviđa primjena najsavremenijih metoda i građevinskih strojeva za kopanje, transport i betoniranje. Organizacija građenja usklađena je s potrebama i mogućnostima u specifičnim uvjetima relativno tehnički nerazvijene zemlje. Trebalo je primijeniti princip rada na tekućoj vrpci i brižljivo predvidjeti i eliminirati moguća »uska grla« u radnim procesima, kako bi se postigao što viši prosječni učin proizvodnje.

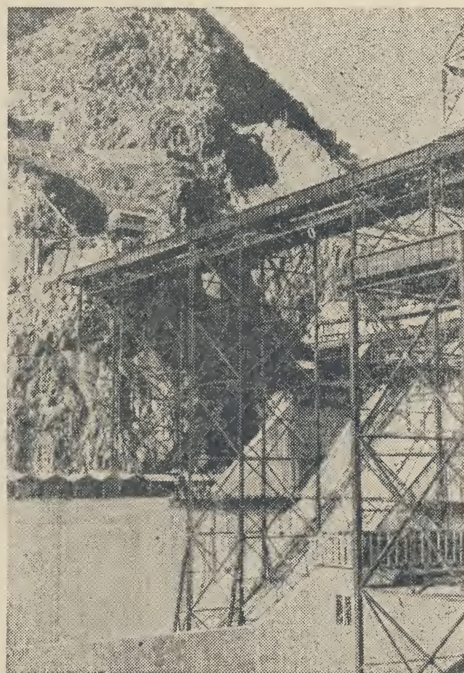


Sl. 10. — Transporter za prenos agregata, izoliran staklenom vunom.

Jedanaest velikih električnih i dizel bagera upotrebljeno je za iskop temelja brane, gdje je postignut dnevni učin do 7 500 m³ iskopane stijene. Za prevoz u deponije udaljene do 2,5 km upotre-



Sl. 11. — Temeljni dio brane je betoniran. Dvije uzdužne čelične skele za dopremu betona do velikih portalnih konzolnih dizalica postepeno će se dizati s branom. Ukupno sedam dizalica radi dano noćno na ugradnji do 6000 m³ betona dnevno.



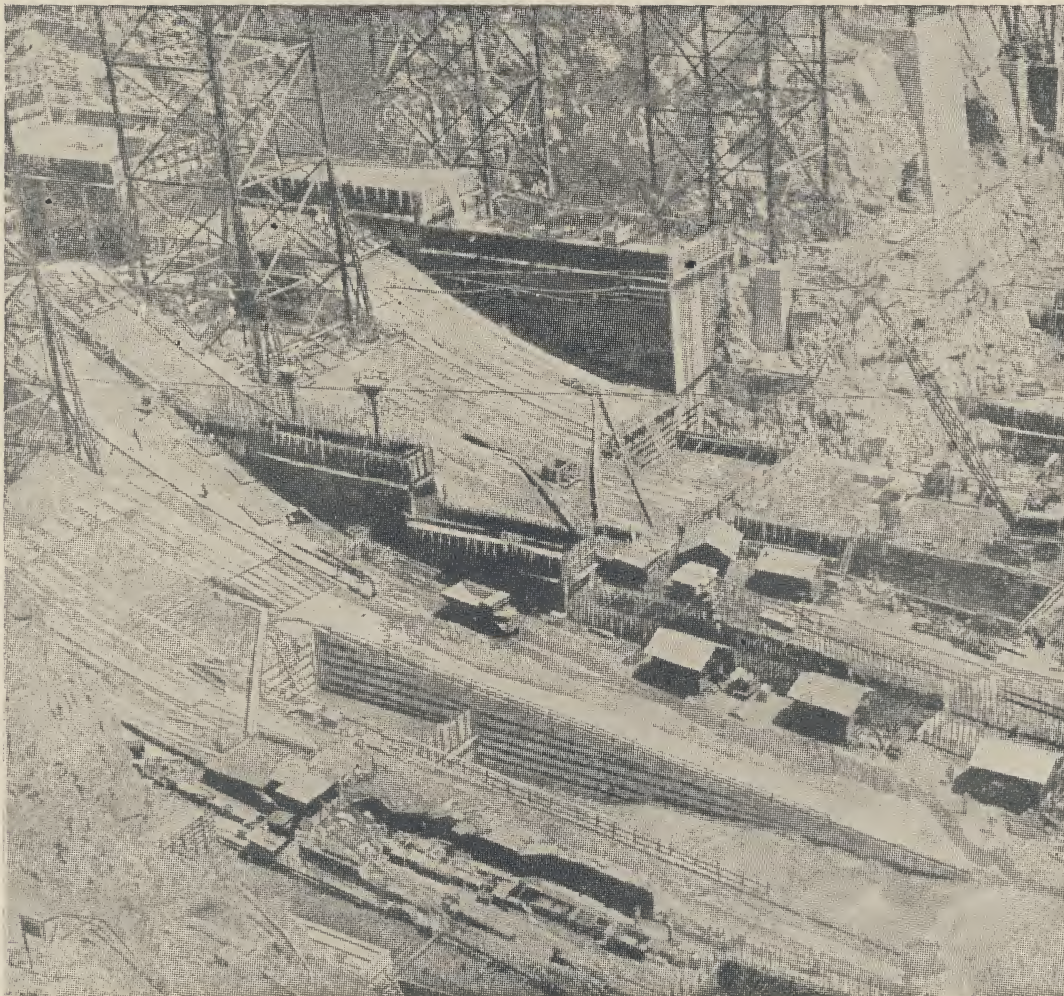
bljeni su teški kamioni kiperi. Ipak je za gradnju pristupnih puteva i terasa za smještaj uređaja gradilišta trebalo na strmim obroncima doline iskopati ručno oko 1,1 miliona m^3 materijala.

Šljunak za pripremu betona također se vadi pomoću velikih bagera iz riječnih naslaga na obala Sutleja. Za prenos šljunka do uređaja za sortiranje na gradilištu brane instaliran je trakasti konvejer duljine 6,5 km, najdulji transporter u Aziji, čiji kapacitet iznosi 900 t/sat. Konvejer sipa šljunak na skladištu hrpu sadržine 25 000 t kod uređaja za pranje i sortiranje. Tu se zrna veća od 175 mm promjera eliminiraju i drobe, te tada ponovno ulaze u proces sortiranja. Šljunak se pere i sortira u sedam frakcija. Prije upotrebe krupni agregat (osim pijeska) prolazi kroz uređaje za hlađenje, gdje se ohladi na temperaturu od $+4^0$ C.

Uz taj uređaj instalirana je tvornica leda kapaciteta 1500 tona dnevno (najveća u Indiji!). Odatle hlađeni agregat putuje do silosa betonarne konvejerom, koji je termički izoliran.

Betonarna tipa Johnson smještena je u tornju visine 33 m. Pri vrhu su silosi za cement i ostale frakcije agregata, ispod njih su automatski uređaji za vaganje pojedinih frakcija i njihovo doziranje u miješalice. Ispod dozatora su četiri miješalice s bubnjem kapaciteta 3,2 m^3. Prosječni kapacitet betonarne iznosi 250 m^3 na sat odnosno 6 000 m^3 dnevno.

Iz miješalice se smjesa betona sipa u sudove sadržine 3,2 m^3, smještene na posebne automotorne vagone širokog kolosijeka, koji imaju kapacitet 16 m^3 betona i prevoze na mostove do dizalica, koje ih prebacuju na mjesto ugradnje.



Sl. 12. — Dio betoniranog prelivnog dijela brane.

Cement se doprema u posebnim željezničkim vagonima u rinfuznom stanju iz tvornice Surajpur (Suradžpur). Kod punog iskorištenja kapaciteta betoniranja troši se oko 1000 tona cementa dnevno, a na gradilištu postoje silosi za rezervnu zalihu od 5000 tona.

Cement se iz vagona pumpa u silose, a iz ovih u betonarnu pomoću pneumatskih pumpa. Za povećanje otpornosti betona protiv djelovanja meke vode i za smanjenje porasta temperature betonu se dodaje umjetni tras.

Umjetni tras proizvodi se na gradilištu u jednoj maloj tvornici s rotacionom peći i odgovarajućim mlinovima od glinenog škriljca koji se kopa iz temelja brane. Cijela je ta tvornica zamišljena i sagrađena na gradilištu.

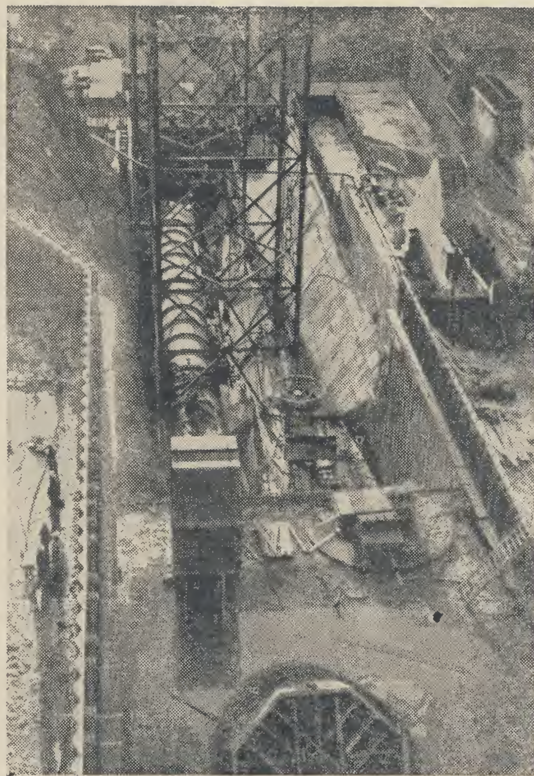
Raspodjela betona na mjesto ugradnje na brani vrši se pomoću dvije velike gredne konzolne dizalice i pet okretnih dizalica, koje sve se pokreću na transportnim skelama, te pomoću dvije fiksne derik dizalice. Cio taj lanac pogona i transporta od šljunkara, preko sortirnica, betonarna i dizalica do mjesta ugradnje, mora funkcionirati besprikorno. Stoga postoje kontrolna mjesta, koja brzom intervencijom uklanjaju na vrijeme sve greške. Teoretski kapacitet postrojenja iznosi 10 tona betona na minutu, odnosno 6000 m³ na 24 sata. Za njegovu izgradnju utrošeno je preko 56 miliona rupija (preko 7 milijardi dinara). Više od polovine te vrijednosti proizvedeno je u Indiji.

Na jedan m³ betona dodaje se cca 150 kg cementa i trasa (cca 12%) i 5% Rinsola na težinu cementa, za plastifikaciju, a vodocementi faktor iznosi 0,55. Postiže se čvrstoća od oko 180 kg/cm² nakon 28 dana i oko 250 kg/cm² nakon jedne godine.

Kvalitet betona se neprestano kontrolira. Svakih 15 min uzima se jedna proba za kontrolu granulometrijskog sastava i količine vode, a više puta dnevno izrađuju se kocke i cilindri za ispitivanje i kontrole čvrstoće. Te kontrole pokazuju, da je kvalitet betona veoma jednoličan.

Brana se betonira u blokovima, čije dimenzije iznose u uzdužnom smjeru brane 18 m, a u poprečnom 27 m, visina blokova je 1,8 m. Beton se vibrira pomoću teških električnih pervibratora.

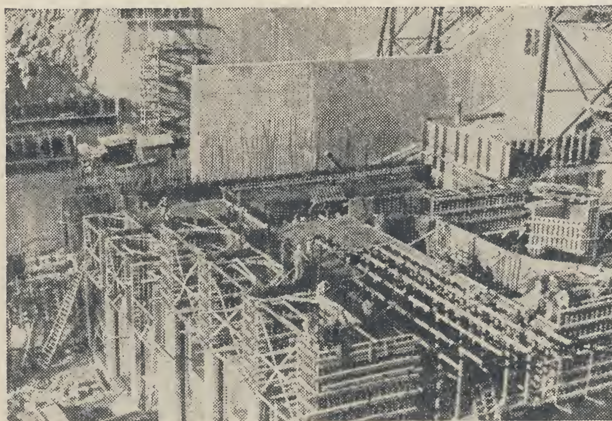
Spojnice među blokovima trapezasto su nazubljene. Temperatura ugrađenog betona iznosi između +10 i +15° C, i raste nakon vezanja na oko +32° C. Proračunato je, da će konačna stalna temperatura betona u brani iznositi oko +18° C.



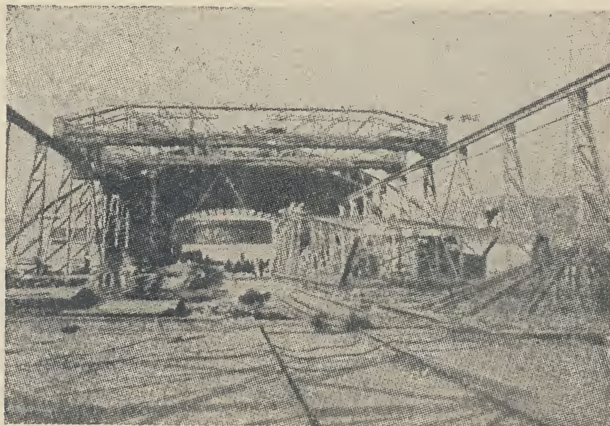
Sl. 13. — Priprema za betoniranje dovodne cijevi za hidroelektranu

Da bi se izbjegle pukotine zbog naknadnog hlađenja betona, ugrađuju se u svaki sloj bloka cijevi za hlađenje, kroz koje se beton donjih gotovih slojeva betona hladi na prosječnu pogonsku temperaturu brane i nakon toga se injektiraju spojnice među blokovima.

Temeljna stijena ispod brane injektira se u dva smjera: kontaktno konsolidaciono injektiranje cijele kontaktne plohe temelja i betona brane kroz mrežu bušotina dubine 6 do 15 m i uzvodna injek-



Sl. 14. — Betoniranje temelja za hidroelektranu na lijevoj obali. Hidroelektrane se grade uz nizvodnu stopu betonskog dijela brane.



Sl. 15. — Nangal Town — dio radionice za izradu čeličnih konstrukcija i hidromehaničke opreme.

ciona zavjesa dubine do 60 m na uzvodnoj strani kontaktne plohe. Posebno se još injektiraju zone kontakta sa glinenim škriljcem. Tlak injektiranja kreće se između 3 do 10 atm. za kontaktne injekcije i do 40 atm. za injekcionu zavjesu.

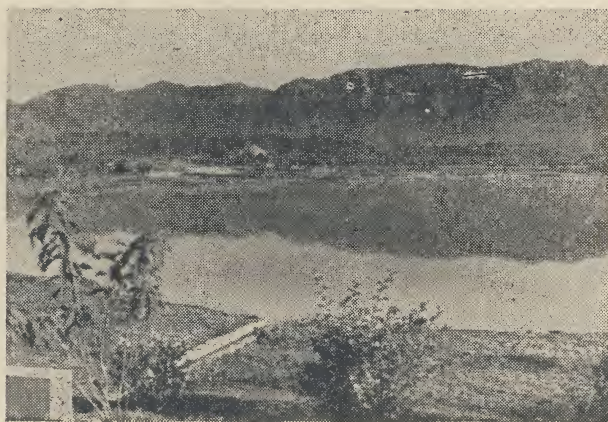
Na gradilištu je danas zaposleno preko 8000 radnika pod rukovodstvom upornih i iskusnih indijskih inženjera i tehničara. Ti ljudi, gradeći hidrosistem Bhakra Nangal, materijaliziraju pla-



Sl. 16. — Brana Nangal, prva etapa iskorištenja vode Sutleja, sagrađena od 1948. do 1952. godine.

nove za podizanje standarda mnogobrojnog stanovništva Indije, koje još uvijek živi u bijednim prilikama. Oni uz to stiču iskustvo i stručnost, pa je to gradilište istodobno i ogromna škola stručnih kadrova, tako potrebnih za ostvarivanje tih velikih planova.

Prošle jeseni imao sam prilike da posjetim to veliko gradilište, udaljeno iz New Delhija jednu noć putovanja brzim vlakom. Na gradilištu me je srdačno dočekao simpatični inženjer Khanna, pomoćnik direktora Organizacije za gradnju brane. On mi je s očitim ponosom tumačio organizaciju gradilišta, uređaja i postrojenja, koji su nastali uz njegovu aktivnu suradnju. Zadivljuje savršena organizacija rada i red na gradilištu, kao i njezino besprijekorno funkcioniranje. Imponira red i disciplina na radnim mjestima, kod izmjene smjena, u



Sl. 17. — Voda usporena u jezeru Nangal; u pozadini dio šljunkare za vađenje materijala za betoniranje brane Bhakra.

kolonijama i nastambama, a naročito oduševljenje, koje se ulaže u ostavrivanje tako teškog i kompleksnog zadatka. Imponiraju marljivi indijski ljudi čiji su preci toliko doprinijeli u opću riznicu kulture čovječanstva, u borbi za konačno svladavanje posljedica opetovanog i dugotrajnog porobljavanja svoje domovine.

Na tom gradilištu Jugoslavija i njena borba za samostalnost i napredak dobro su poznati; posjet Maršala Tita gradilištu ostati će svima u trajnoj uspomeni. Mali doprinos naše zemlje izgradnji tog giganta u obliku dvije teške dizalice, koje će Litostroj dobaviti za strojarnicu hidroelektrane Bhakra, simbol je povezanosti dvaju naroda, koji se bore za iste ciljeve — nacionalnu nezavisnost i bolju budućnost svojih naroda.

S naših i inostranih gradilišta

STUP ISPRED JUGOSLAVENSKOG PAVILJONA NA OPĆOJ MEĐUNARODNOJ IZLOŽBI U BRUXELLESU

Ing. **Zvonko Špringer**, Zagreb

Na posebnom natječaju u ljetu 1956. prihvaćen je idejni projekt zagrebačkog arhitekta Vjenceslava Richtera za jugoslavenski paviljon u Bruxellesu. Projektom je bilo predviđeno, da cio paviljon visi na jednom centralnom stupu visine cca 70 m. Naknadno je odlučeno, da se projekt izmijeni tako, da se paviljon izvede bez centralnog stupa, a konstrukcija se oslanja na 15, vrlo vitkih, stupova. Projektant je, međutim, nastojao da dade potreban akcent našemu paviljonu, koji se nalazi, opkoljen sa dvije strane šumom, izvan glavnih prometnih pravaca izložbe. Tako je prvotno razmatran projekt posebnog stupa složenog oblika visine cca 70 m, no zbog nedostataka čeličnog lima i drugih razloga nije došlo do njegove realizacije. U jesen 1957. predložio je ing. arh. V. Richter ideju stupa sastavljenog od lukova, koja je također nakon početnih studija napuštena. Tek početkom ove godine pristupilo se detaljnijoj studiji te ideje, i odlučeno je da se ona realizira.

Ideja stupa od lukova mogla bi se opisati ovako: Vertikalnu, tanku nit treba održati uspravnom pomoću lukova, koji se međusobno prehvaćaju u trećinskim točkama zatege (tetive), a koja čini os stupa. Ta neobična ideja konstruktivno je vrlo složen problem. Uslijed lateralnog opterećenja (sile opterećenja vjetrom te ekscentrično djelovanje vlastite težine) nastaju u sistemu znatne sile i znatne deformacije. Da bi se donekle ograničile te deformacije, bilo bi neophodno jako prednapinjanje sistema lukova, što opet dovodi do povećanja dimenzija lukova (težine) i t. d. Zbog značajne vlastite težine (preko 8 tona), uz velike deformacije tako zamišljenog sistema, problem je praktično nesavladiv. Pored toga stup bi imao, unatoč znatnom prednapinjanju (sile u zatezi i do 70 tona), izvjesne devijacije vertikalne osi već i zbog ekscentričnog djelovanja vlastite težine lukova. Nakon opsežnih proračuna moralo se, bar u konstruktivnom rješavanju zadatka odustati od te ideje.

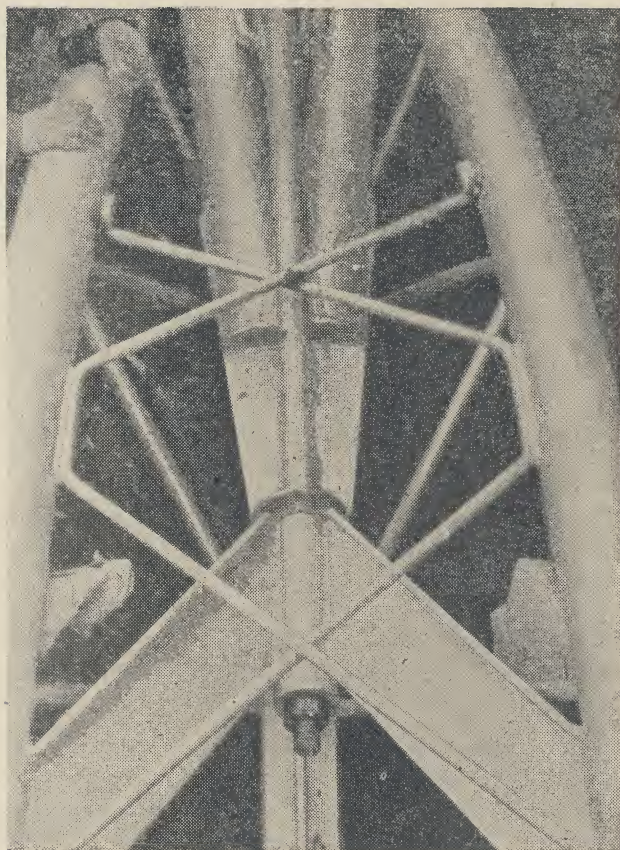
Prema zamisli projektanata-konstruktera uveden je u konstrukciju nov element, t. j. odstojnici. Oni spajaju krajeve svakog luka s pojasom narednog luka na mjestu nastavka, t. j. u trećinskim točkama tetiva pojedinog luka. Odstojnici služe i za regulaciju vertikalne linije, a pored toga ta veza može preuzeti i male torzijske momente. Na taj način mogao se zadržati prvotno zamišljeni oblik stupa od lukova. Taj je »dodatak« u konstrukciji bitno povećao krutost cijeloga sistema, a time smanjio deformacije sistema kao cjeline. Vlastita težina konstrukcije znatno je smanjena, pa se mogao zanemariti njen uticaj i pri deformiranom stanju konstrukcije. Proračun stupa završen je krajem veljače, i tek tada je investitor odlučio da se pristupi realizaciji stupa. Do otvaranja izložbe u Bruxellesu preostalo je još svega oko 6 tjedana, a nije postojao ni jedan nacrt, niti se znalo, koje će poduzeće izraditi stup.

Ako se o izvedenom stupu piše ili govori kao o nekom malom »tehničkom čudu« ili o uspjeloj realizaciji jedne neobične ideje, onda treba pri tome spomenuti i vremenske okolnosti, pod kojima je izrađen projekt, stup u radionici i dovršena montaža u Bruxellesu. Zato ćemo spomenuti nekoliko interesantnih datuma. U razdoblju od 1 do 20. III. izrađeni su svi nacrti; projekt je kompletiran predan belgijskim vlastima na odobrenje. Tek 8. III. preuzeo je izvođač posao i dovršio stup 28. III. Toga dana izvršeno je i ispitivanje jednog elementa stupa pokusnim opterećenjem, a 29. i 30. III. izvršena je pokusna montaža cijelog stupa na gradilištu hotela u ulici Proleterskih brigada u Zagrebu. Dijelovi stupa stigli su u Bruxelles 9. IV., dok je s montažom započeto tek 10. IV. zbog loših vremenskih prilika. U svega 4 dana uspjela je ekipa od 5 ljudi da sastavi i pripremi stup za podizanje. Dana 14. IV. stup je postavljen na tronog, a 15. IV. nakon definitivnog prednapinjanja zatega, predan je naručiocu bez primjedaba kako sa strane naručioca tako i od belgijskih nadzornih vlasti.

Projekt stupa izradili su Doc. Ing. Marijan Ivančić i Ing. Zvonko Špringer, konzultirajući prof. Dr. Ing. Ottu Wernera, sa saradnikom Ing.



Sl. 1 — Tropojasni luk s odstojnicima — spoj prvog i drugog elementa

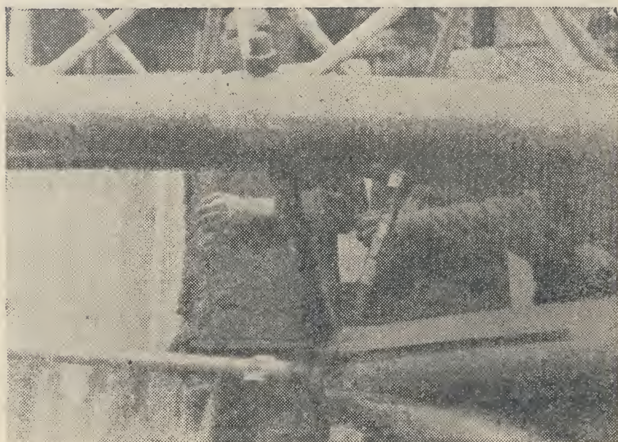


Sl. 2 — Donji oslonac petog elementa

Dankom Bilićem i dr. Izvođač konstrukcije bilo je montažno-remontno poduzeće »Mehaničar« iz Zagreba.

Ispitivanje pokusnim opterećenjem izvršio je »Institut građevinarstva N. R. Hrvatske« iz Zagreba, dok je pokusna montaža izvršena uz suradnju stručnih radnika na dizalici poduzeća »Tehnika« iz Zagreba. U Bruxellesu koristile su se usluge poduzeća »Transporoute«.

Ukupna visina stupa je 35,0 m, a težina čelične konstrukcije oko 2800 kg. Od toga je oko



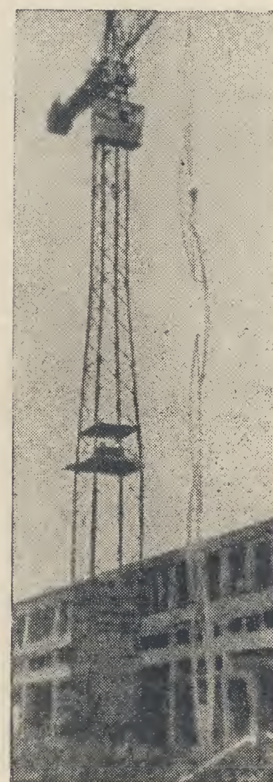
Sl. 3 — Vrh šestog elementa s parom odstojnika petog elementa

1070 kg bešavnih cijevi »Željezare« Sisak, kvalitete St 45.29, dok je ostali čelični materijal kvalitete St 37.12. Montažni elementi sastavljaju se pretežno vijčanim spojevima, a ima i nešto montažnih varova. Svi ostali spojevi izvedeni su zavarivanjem bazičnim i kiselim domaćim elektrodama. Količina utrošenih elektroda prelazi 10% težine gotove konstrukcije, zbog kompliciranog oblika konstrukcije i znatnih pripremnih radova (šablone i t. d.). Za tri temelja utrošeno je 6,6 m³ betona kvalitete MB 220. Temeljno tlo je vrlo slabo (slabo taloženi fini pijesak),s dopuštenim naprezanjem od svega 0,5 kg/cm² (centrični pritisak).

Stup se sastoji od 5 lukova, koji su u presjeku tropojasni (slika 1), s paraboličnim osima pojedinih pojaseva odn. sistemne linije. Dužina tetive



Sl. 4. — Sastavljanje elemenata stupa na zemlji prigodom pokusne montaže u Zagrebu



Sl. 5 — Uspravljen stup prigodom pokusne montaže u Zagrebu. Prenos stupa na tronog pomoću toranjske dizalice

svakoga luka iznosi 7500 mm. Lukovi se nastavljaju u trećinskim točkama tetive vezom, koji povezuje pojaseve lukova sa zategom odn. krajem narednog luka. To su t. zv. odstojnici. Zatega t. j. tetiva luka, sastavljena je od motki dužine oko 2500 mm t. j. 1/3 dužine tetive. Svaka motka providena je na krajevima protusmjernim narezima u svrhu prednapinjanja tetiva kod montaže. Unutarnja dva pojasa luka su od cijevnih profila, dok je vanjski (treći) pojas od punog okruglog profila. Rešetka-

sta ispuna lukova (jednostruka prema vanjskom pojasu, a dvostruka između unutarnjih pojaseva) od punog je okruglog profila (betonski čelik). Strelice u ravnini luka su 450 mm za unutarnje pojaseve odn. 850 mm za vanjski pojas, dok je najveći razmak unutarnjih pojaseva u sredini raspona 500 mm. Sistemne linije su za sve izvedene lukove iste.

Najdonji, šesti element je rotaciono simetrični, tropojasni stup sa oblikom kao kaplja, t. j. tjeme paraboličnih osi pojaseva nalazi se u gornjoj trećini stupa. U gornjoj trećinskoj točki osi stupa oslanja se kraj najdonjeg (petog) luka, dok je vrh tropojasnog stupa druga pridržajna točka toga luka, odnosno konsolnog dijela stupa (slika 2 i 3). Stup se oslanja donjim krajem na vrh tronoga, dok je u gornjoj trećinskoj točki pridržan sa tri para zateznih motki, koje su prednapete. Dužina stupa je također 7500 mm.

Tronog se odupire o zasebne temelje. Centralna je točka tronoga izdignuta 2500 mm iznad temelja, dok su točke oslanjanja tronoga na periferiji kruga od 10,0 m. Prednapete zatezne



Sl. 6 — Sastavljeni stup u času podizanja iz ležećeg položaja. Pokretna dizalica je prihvatila vrh četvrtog elementa



Sl. 7 — Pomoćni montažni zglob. Stup je uspravljen i dizalica upravo izvlači trn šestog elementa iz ušice zgloba

motke čine sastavni dio donjeg dijela konstrukcije, a centrirane su na ležajeve. Tronog je smješten iznad basena, tako da između nogu prolazi trokratki most preko basena. Temelji su proračunati tako, da je uzeto u obzir sudjelovanje tla iznad temeljne plohe, s proširenjem pod kutem od 20%. U presjeku temelj ima oblik obrnutog slova T, i formiran je tako, da odgovara smjeru sila potiska tronoga, koje su uglavnom horizontalne (maksimalni otklon od horizontale iznosi oko $\pm$ 1 : 10).

Dokaz čvrstoće i stabiliteta stupa proveden je za opterećenje vjetrom brzine $v = 33{,}5$ m/sec (70 kg/m^2) te event. ekstremni vjetar od $v \sim 45$ m/sec ($\sim$90 kg/m^2). Prigodom ispitivanja pokusnim opterećenjem elementa br. 2. provjerena je točnost i ispravnost pretpostavaka proračuna. Mjerenja progiba u trećinskim točkama tetive za različite smjerove djelovanja opterećenja dala su rezultate, koji predstavljaju 80% vrijednosti računskih progiba.

Pokusna montaža cijelog stupa u Zagrebu poslužila je za dorađivanje i prilagođavanje spojeva, označavanje položaja pojedinih dijelova (lukovi su postavljeni spiralno oko osi pod među-



Sl. 8 — Konačno postavljeni stup ispred jugoslavenskog paviljona

sobnim kutem od 120°) i provjeru točnosti izvedbe. Stup je zatim uspravljen; tom je prilikom dio konstrukcije bio izvrgnut opterećenju od vlastite težine, koje približno odgovara računskom opterećenju vjetrom, pa je na taj način ujedno ispitan i kvalitet izvedbe. Ta pokusna montaža bila je također vježba za montažu u Bruxellesu, koja je jednako provedena (slike 4 i 5).

Posebno je sastavljen i postavljen tronog, dok su svi lukovi, te tropojasni stup sastavljani po strani, počevši od najdonjeg elementa (stupa). Regulacijom dužine odstojnika usmjereni su dijelovi tetiva lukova praktično u pravac, a zatim su tetive prednapete silom, koja iznosi 30% maksimalne vlačne sile u tetivi, zbog kompenzacije vlastite težine i t. d. Stup je zatim kao cjelina uspravljen tako, da je dizalica prihvatila vrh četvrtog elementa (t. j. 15 m od vrha stupa) dok je donji kraj šestog elementa bio utaknut u montažni zglob (slike 6. i 7.). Stup je izvađen iz zgloba i u uspravnom položaju prenesen do tronoga, gdje je utaknut u ležaj. Zatim su postavljena tri para zateznih motki i stup je regulacijom dužine motki doveden u željeni položaj, a zatim su motke prednapete prema projektu. Za podizanje stupa u Zagrebu je bila upotrebljena građevinska toranjska dizalica visine 38 m, a u Bruxellesu pokretna dizalica na gumenim točkovima s krakom od 24 m dužine, nosivosti do 3 tone. Operacija uspravljanja stupa trajala je manje od 2 sata, a za manje od ukupno 6 sati izvršena je cijela montaža stupa uz pomoć dizalice. Kod montaže nije bilo nikakovih zastoja ili nepredviđenog rada.

Stup svojim neobičnim oblikom već izdaleka privlači pažnju mnogih posjetilaca (slika 8), jer je dobro vidljiv i iz većih udaljenosti. I pogled izbliza, na pr. odozdo, (slika 9) predstavlja malo



Sl. 9 — Pogled odozdo prema vrhu stupa

iznenađenje. Belgijska nadzorna služba SECO zasada je uslovno odobrila projekt bez primjedbi (s obzirom na nemogućnost detaljnije kontrole za to kratko vrijeme). Izvršeno pokusno montiranje i ispitivanje pokusnim opterećenjem bilo je vrlo korisno te je doprinijelo i izdavanju dozvole za montažu i upotrebu stupa u Bruxellesu.

Iz inozemnih časopisa

AEROFOTOGRAMETRIJA U SAOBRAĆAJNOM GRAĐEVINARSTVU

Upotreba aerofotogrametrije sve je češća u mnogim zemljama svijeta. Najviše iskustva na tom području imaju SAD, Francuska, Kanada, Velika Britanija, Japan, SSSR i t. d. Uz aerofotogrametriju često se upotrebljava elektronsko računanje, kojim se u saobraćajnom građevinarstvu naročito mnogo služe SAD i Švedska.

U Njemačkoj aerofotogrametrija nije bila naročito razvijena, ali se posljednjih godina ta metoda veoma forsira i o njoj se mnogo piše u stručnim časopisima. U periodu od nekoliko mjeseci krajem 1957. i početkom 1958. god. samo dva njemačka stručna časopisa objavila su 6 članaka iz područja aerofotogrametrije. Problemi, koji se u tim časopisima obrađuju, interesantni su i za naše stručnjake, pa ćemo ih ukratko prikazati. Materijal smo uzeli iz ovih članaka:

Blaschke: Praktična iskustva s primjenom fotogrametrije kod autoputeva, (»Strasse und Autobahn«, 1957., br. 9.)

Blaschke: Aerofotogrametrija i elektronsko računanje u službi cestogradnje, (»Brücke und Strasse«, 1958., br. 2.)

Krüger: Aerofotogrametrija u saobraćajnom građevinarstvu, (»Brücke und Strasse«, 1958., br. 2.)

Richter: Racionalizacija katastarskih izmjera velikih terena u Njemačkoj i u drugim zemljama (»Brücke und Strasse, 1958., br. 2.)

Richter: Predradnje u cestogradnji pomoću fotogrametrije i elektronskog računanja (»Brücke und Strasse«, 1958., br. 3.)

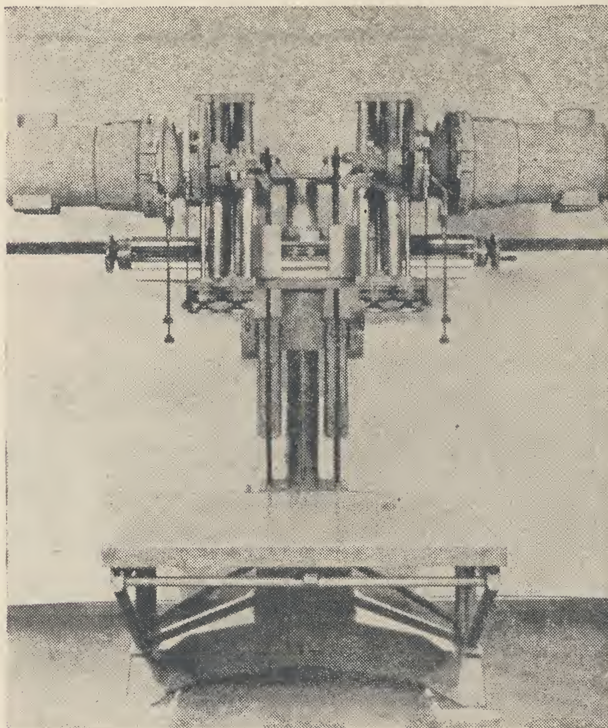
Kaftan: Švedski elektronski mašinski stroj BESK u cestogradnji. (Prema »Svenska Vägföreningens Tidskrift« br. 4 iz 1957. donosi »Brücke und Strasse«, 1958., br. 2.)

Svi autori u tim člancima ističu, da se aerofotogrametrijom mogu vršiti točna mjerenja i dobiti aktuelne karte, te da se na taj način postižu velike prednosti u saobraćajnom građevinrastvu. Iskustva drugih zemalja danas su već toliko pozitivna, da autori drže, da se ta metoda u Njemačkoj premalo iskorišćuje i da je to jedna slaba strana njemačkog građevinarstva.

U nekim zemljama obavljaju aerofotogrametriju velika poduzeća ili nekoliko udruženih poduzeća. Francuski geografski institut raspolaže za snimanje sa 8 četveromotorna i 12 dvomotornih aviona, a ima 200 namještenika. Jedno kanadsko poduzeće za aerofotogrametriju zaposljuje 800 osoba. Sedam najvećih poduzeća na svijetu, koja rade na području fotogrametrije, imaju zajedno najmanje 2500 ljudi. Najjača među tim poduzećima povezana su posebnim ugovorom u grupu, koja obuhvaća 1500 namještenika.

Metoda aerofotogrametrije naročito je prikladna za snimanje velikih kompleksa u zaostalim zemljama, gdje nema topografskih karata i gdje se želi doći do što bržih i jeftinijih rezultata.

Ta se metoda može uspješno primjenjivati i pri katastarskim izmjerama velikih površina. Koliko su danas obimni zadaci na tom području, može nam ilustrirati podatak, da je u tri zemlje bliskog i srednjeg Istoka predviđena izgradnja većeg broja objekata, što zahtijeva katastarsku izmjeru od 30 milijuna hektara. Na tom prostoru nalazi se 240 gradova.



Sl. 1 — Eksaktograf za stereo-izmjere i kartiranje zračnih snimki



Sl. 2 — Uspjela kosa zračna snimka s ucrtanom osovinom autoputa

Za uspješno rješenje takvih obimnih zadataka valja upotrebiti metode, koje će u što kraćem vremenu, sa što manjim brojem stručnjaka i najjeftinije dati potrebne rezultate. Dosadašnja iskustva pokazuju, da je za takve svrhe aerofotogrametrija najbolja metoda, i da se njome može većom automatizacijom i mehanizacijom smanjiti naročito stručna radna snaga, koja je deficitna u cijelom svijetu, a osim toga veoma skupa. Pri fotogrametriji stručna radna snaga se iskorišćuje samo na rukovodećim mjestima, a ostale poslove vrši priučena radna snaga. Na taj način može se udio plaća u cijeni koštanja svesti od 90% na 60%. Osim toga može se na pojedinim poslovima znatno smanjiti i broj personala. Tako su na pr. u Njemačkoj pri nekim radovima uspjeli izvršiti posao s jednom petinom osoblja, koje se za isti posao upotrebljavalo pri klasičnim metodama snimanja.

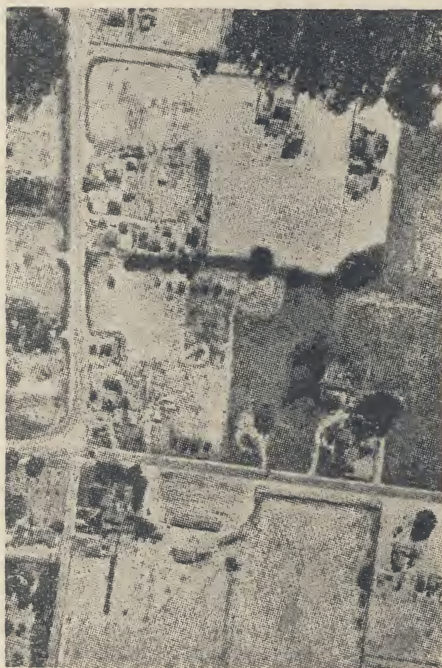
Instrumenti, koji se upotrebljavaju pri fotogrametriji, neprestano se usavršavaju, tako da najnoviji tipovi podižu za 100% produktivnost uz isti broj personala. Međutim, cijena instrumenata ne smije biti previsoka. Uz dnevni učinak instrumenta od 80 hektara s radnim vremenom od 14 sati (u dvije smjene) ne smije cijena instrumenta biti veća od 70 000 DM ili 0,50 DM na hektar uz 6-godišnju amortizaciju.

Gornji podaci objašnjavaju, zašto je fotogrametrija jeftinija od klasične metode, što dokazuju i cijene pojedinih radova. Izmjere za novi katastar u srednjem terenu košta u Njemačkoj klasičnom metodom 400 DM, a fotogrametrijom 20 DM po jednom hektaru. Naprijed spomenuta velika svjetska poduzeća obavljaju fotogrametrijska snimanja na velikim područjima, uz bilo kakve terenske uslove, po cijeni od 10 DM.

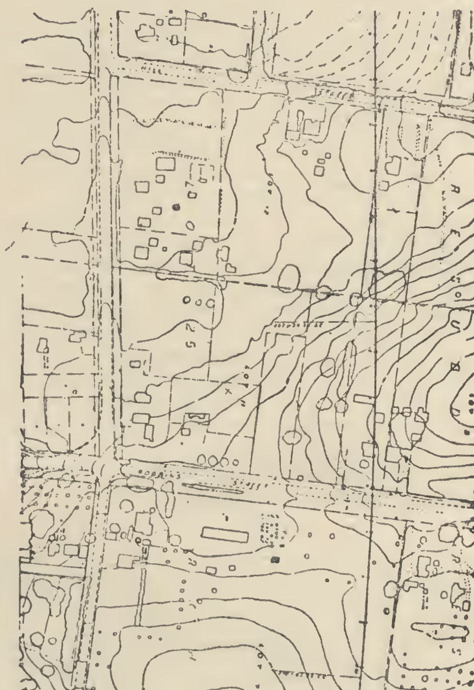
Fotogrametrijskom metodom dobivaju se zračne snimke (fotoplanovi) i zračne karte. Zračne snimke su kopije ili povećanja snimki, koje su izvršene iz aviona okomito na teren. Njihov format je u Njemačkoj 18×18 cm, a u SAD 23×23 cm. Izrađuju se u mjerilu 1 : 2500 do 1 : 25 000. Originalne snimke se obično povećavaju do 6 puta. Zračne snimke omogućuju da se, uz pomoć stereoskopa, dobije reljefna slika terena.

Na taj se način mogu promatrati veliki prostori bez dugotrajnih i zamornih obilazaka terena, i tako znatno olakšati radovi pri određivanju trase za ceste i željeznice, odnosno radovi pri velikim eksproprijacijama, odvodnjavanjima i t. d.

Za izradu zračnih karata služe snimke terena, na kojima su markirane t. zv. signalizacione točke (obično bijeli karton veličine 20×20 cm). Zbog orijentacije snimaka i određivanja mjerila određuju se pravokutne koordinate i apsolutne kote signalizacionih točaka jednom od terestričkih metoda. Stereoskopskom izmjerom avionskih snimaka dobivaju se zračne karte. Uređaj, koji se u tu svrhu upotrebljava ,omogućuje točnost horizontalnih udaljenosti jednaku onoj kod klasičnih karata. Visinske kote mogu se odrediti uz srednju pogrešku od ± 10 cm, što je točnije nego u tahimetrijskim snimkama. Zračne karte izrađuju se obično u mjerilu 1 : 1000, s visinskom razlikom slojnica od 1 metra. Te slojnice daju vjerniju sliku terena nego slojnice klasičnih karata, koje se dobivaju interpolacijom između pojedinih snimanih točaka.



Sl. 3 — Otsječak zračne snimke za projektiranje jedne autoceste u SAD



Sl. 4 — Zračna karta, izrađena prema zračnoj snimci istog otsjeka (S desne strane ucrtana je osovina autoceste)

Fotogrametrijski podaci se najracionalnije mogu iskoristiti upotrebom elektronskog računanja. U SAD i Švedskoj upotrebljavaju se već dugo elektronski računski strojevi za račun izjednačenja masa pri određivanju cestovnih trasa. Obično se postupa ovako: Snime se poprečni profili (bilo terestrički, bilo aerofotogrametrijski), i dobiveni se podaci unesu u odgovarajuće bušene kartice. Na milimetarskom papiru nacrta se uzdužni profil terena. Zatim se na kartice utisnu karakteristike normalnog profila, lomne točke i radiusi uzdužnog profila, debljina gornjeg stroja, debljina humusa, predviđena proširenja i poprečni nagibi kolovoza i t. d. Računski stroj iz tih kartica sam čita, računa i ispisuje podatke za svaki pojedini profil (kotu nivelete, površinu, udaljenost nožica, kote jaraka, kubaturu, razliku usjeka i nasipa, površinu zasijavanja i kubaturu masa od početka trase do dotičnog profila). Neki strojevi mogu čak kartirati profile. Na temelju tako dobivenih podataka moguće je da se vrši pomicanje trase, u kartice unesu odgovarajuće izmjene i kartice ponovno stave u stroj. Ponavljanjem tog postupka dobiva se optimalna varijanta projektirane trase.

Prema američkim podacima elektronsko računanje izjednačenja masa je trideset puta brže i petnaest puta jeftinije od uobičajene metode crtanjem i planimetriranjem poprečnih profila. Računanje podataka za jedan profil traje 12 sekundi, a pripremni radovi na karticama 1—1,5 minute. Razumljivo je, da se takvim postupkom može ispitati mnogo veći broj varijanata nego običnim računanjem i naći najjeftinija trasa.

Interesantna su iskustva, koja su postignuta švedskim računskim strojem BESK. Jedno zbrajanje traje 60 mikrosekundi, t. j. u jednoj minuti može se izvršiti milijun adicija. Za množenje treba 6 puta, a za dijeljenje 12 puta više vremena. Usko grlo stroja su dijelovi, koji vrše očitavanja, odnosno dijelovi koji ispisuju rezultat. Stroj očitava 400 znakova, a ispisuje 150 znakova u sekundi. Očitavanje, računanje i ispisivanje rezultata za pola milje (0,8 km) ceste traje 10 minuta, a stoji 60 švedskih kruna (= 3480 deviznih dinara). Pripremni radovi prije stavljanja kartica u stroj traju oko 6 sati. Račun izjednačenja masa, obavljen modernim računskim strojem, za 75% je jeftiniji od uobičajenog načina računanja.

Na kraju ćemo dati jedan primjer upotrebe fotogrametrije pri gradnji autoputeva u Njemačkoj.



Sl. 5 — Američki elektronski računski stroj, koji se upotrebljava kod cestogradnje. — S lijeve strane aparatura za očitavanje podataka, s desne strane aparatura za ispisivanje rezultata

Podaci o terestričkom mjerenju

Fotoaparat	Objektiv	Visina leta	Mjerilo slike
Wild RC 5a	Wild Aviogon f = 115 mm	700 m	1 : 6000
Podužno pokrivanje	Poprečno pokrivanje	Mjerači instrument	Mjerilo nacrta
60%	30%	Wild autograf A 8	1 : 1000

Podaci o zračnom mjerenju

Vrst mjerenja	Instrument	Najveća udaljenost očitavanja
Tahimetrija	Wild RDS	100 m

Rezultati ispitivanja grešaka

Broj uspoređenih točaka: n	Srednja greška: $m = \sqrt{\frac{(vv)}{n}}$	Maksimalna greška: v_{max}
561	± 0,13 cm	— 0,39 m

Vjerojatna greška: r = 0,674 x m	Postotak svih grešaka koje su bile manje od r
± 0,09 m	53,5%

Jedna dionica autoputa Nürnberg—Frankfurt u duljini od 40 km snimljena je u kasno ljeto 1956. god. Jedna četvrtina terena je šumovita, pa je morala biti snimljena terestrički. U blizini trase položen je i izmjeren poligon, a približno svaka druga točka uzeta je za signalizacionu točku i na nju stavljen bijeli karton 20×20 cm. Letovi su vršeni dvomotornim avionom, a snimalo se aparatom Wild RC5 i širokokutnim objektivom (format slika 18×18 cm). Snimanjem s visine od 700 m dobivena je slika u mjerilu 1 : 6000, a površina terena, koja je njome obuhvaćena, iznosila je 1080×1080 m. Preklop slika u podužnom smjeru bio je 60%, a u poprečnom 30%. Brzina leta iznosila je 180 km na sat. Na svakih 430 m izvršena je jedna snimka.

Na temelju izvršenih snimaka izrađeni su fotoplanovi u mjerilu 1 : 2000, a na užem pojasu oko trase slojni planovi u mjerilu 1 : 1000 s visinskim slojnicama od 1 metra.

Točnost položaja pri kartiranju bila je skoro identična s točnošću crtanja, t. j. cca ± 0,1—0,2 mm. Visinska točnost kontrolirana je prema podacima terestričkog mjerenja poprečnih profila. Dobiveni rezultati prikazani su u gornjoj tabeli.

Nakon žetve izvršeno je još jedno tahimetrijsko snimanje, i dobiveni podaci uporeďeni su s rezultatima prijašnjeg tahimetrijskog snimanja. Dobila se greška od ± 0,13 cm, dakle ista pogreška, koja se pokazala usporedbom tahimetrijske i fotogrametrijske snimke. Pogreška u položaju slojnica bila je ± 28 cm, a 51% točaka imalo je manju grešku od vjerojatne greške, koja je iznosila ± 19 cm.

Izneseni primjer pokazuje, da fotogrametrija daje dovoljno točne podatke za račun masa, odnosno da su pogreške manje nego pogreške koje se pojavljuju kad isti teren dvaputa snimimo tahimetrijskom metodom.

Izrada slojnog plana terestričkom metodom u mjerilu 1 : 1000 sa slojnicama na 1 metar stajala bi u navedenom primjeru 100—120 DM po hektaru. Troškovi za pripremu, lijet, snimku, fotoplan za cio nadlijetani teren i za izradu slojnog plana na pojasu oko trase iznosili su 40 DM po hektaru, dakle bili su tri puta jeftiniji od klasične metode. Pored toga dobiveni su besplatno fotoplanovi za tri puta veći teren i mogućnost da se na tom istom terenu naknadno izrade slojni planovi uz trošak od svega 20—25 DM po hektaru.

Ing. Lida Zlatić

NAPREDAK NA GRADNJI PODVODNOG TUNELA ISPOD RIJEKE TEMZE KOD DARTFORDA I PURFLEETA

(Roads and Road Construction, Vol 36/1958, br. 424, april 1958)

Za vrijeme od godinu dana izrađeno je 220 m tunela ispod rijeke. Radi se s obje strane sa čeličnim pneumatskim štitom teškim 300 tona. Oba štita bila su pred II. svjetski rat montirana u vertikalnim oknima, dubokim 24 m. Ti štitovi osiguravaju rad minera, koji na čelu tunela otkapaju zemlju. Kad se čelični štit pomoću snažnih hidrauličkih presa utisne naprijed u zemlju na čelu tunela, on omeđuje vanjski obod tunela s promjerom od 8,4 m. Iza štita se odmah oblaže tunel segmentima od livanog željeza. U tu svrhu će se potrošiti preko 34 000 tona željeza. Izvlačenje iskopanog materijala se vrši posebnom napravom i vibracionim konvejerom se dovodi do drobilice, odakle se zdrobljena kreda i šljunak pomiješa sa vodom i dalje pomoću naročite crpke potiskuje cijevima na površinu zemlje i taloži na mjestu nasipa za zaštitu tunelskih ulaza od povodnje. Sjeverni je štit odvojen od svog vertikalnog okna u junu prošle godine i pomaknut za 150 m naprijed. Treba još prevaliti 300 m prema jugu. Ostavljen je opasni sloj krede pomiješane sa šljunkom i nalazi se u solidnom sloju krede. Napreduje oko 24 m u mjesec dana. Južni štit je pošao naprijed u oktobru 1957 i napredovao je dosada samo 69 m. Treba još proći 321 m do sastavka sa sjevernim štitom. Nalazi se još uvijek u slabom sloju šljunka i krede i treba još proći 90 m, da stigne također u čvrsti sloj krede. Sam tunel je inače dug 1410 m i treba izgraditi i onaj dio između okna i portala na sjevernoj i južnoj strani. Na sjevernoj strani treba napredovati istom tunelskom metodom 270 m, a ostalih 90 m u otvorenoj jami sa naknadnim presvođenjem. U tu svrhu će skoro početi montaža trećeg čeličnog štita za rad u smjeru na sjever. Na južnoj strani će se izgraditi 150 m tunela pomoću tri potkopa, a ostali dio kopat će se u otvorenoj jami, s naknadnim zatrpavanjem betonskog svoda. Za zaštitu rada od podzemne vode ispod korita rijeke instalirana je naprava zračnih kompresora, za dovod tlačnog vazduha do čela tunela. Čelični štit ima vazdušnu splavnicu, kroz koju prolazi iskopani materijal

zemlje i radnici. Naročiti sanitetski kontrolor reguliše postepeno spuštanje pritiska zraka u splavnicama kod izlaska radnika iz štita. Na vrhu svakog vertikalnog okna nalazi se i medicinska splavnica za liječenje kesonske bolesti. Pretlak na čelu štita varira od 1,2 do 2,2 atmosfere. Izvana se počelo sa fundiranjem ventilacionog okna također pomoću pneumatskog kesona. Završetak tunela se predviđa za dvije godine i tada će preostati još ugradnja cestovnog kolnika, betoniranje unutarnje obloge tunela i završetak ventilacionih i drugih naprava. Ovoga ljeta se počinje s izradom pristupnih rampa, tako da se tunel može predati javnom saobraćaju godine 1962.

M. K.

Kongresi i sastanci

SKUPŠTINA SAVEZNE GRAĐEVINSKE KOMORE

Nakon što su Savezna udruženja održala svoje skupštine, a Savezne sekcije svoje plenarne sastanke, održana je dana 17. lipnja u Zagrebu, uz sudjelovanje 412 delegata privrednih organizacija građevinarstva, III. redovna godišnja skupština Savezne građevinske komore. Kao gosti prisustvovali su Skupštini drugovi: Sergej Krajger, član Saveznog izvršnog vijeća i sekretar Državnog sekretarijata za industriju, Vjećeslav Holjevac, predsjednik Narodnog odbora grada Zagreba, Milutin Baltić, član Izvršnog vijeća Sabora Narodne Republike Hrvatske, Sava Međan, član Centralnog odbora sindikata građevinara i Nikola Miljanić, guverner Narodne banke.

Skupštinu je otvorio predsjednik Savezne građevinske komore drug Ing. Boris Bakrač i nakon usvajanja dnevnog reda dao je riječ drugu Sergeju Krajgeru, koji je u ime Saveznog izvršnog vijeća zaželio skupštini plodonosan rad.

U svom govoru drug Krajger podvukao je, da će po predviđanju petogodišnjeg plana investicije porasti prosječno godišnje za 6—7% i da će ostvarenje predviđene investicione politike tražiti prosječan porast građevne proizvodnje za 11%, tako da bi na koncu 1961 godine proizvodnja bila za 76% veća u odnosu na 1956 godinu. Predviđene bitne promjene u strukturi investicija diktiraju duboke promjene u oblasti građevinarstva — povećanje investicionog ulaganja u građevinarstvo, povećanje broja kvalificirane radne snage i t. d. U nastavku se drug Krajger osvrnuo na stanje 1957 i 1958 godine u odnosu na 1956 godinu, zatim na pitanje kapaciteta u građevinarstvu i strukture građevinarstva, s posebnim obzirom na specijalizirana poduzeća. Posebno se zadržao na zadacima Komore, njenog Upravnog odbora i njenih organa. Govoreći o raspodjeli dohotka ukazao je, da treba pronaći takav sistem, koji će navesti sve privredne organizacije u svim granama građevinarstva, da iskorišćuju na najefikasniji način mjere u cilju povećanja produktivnosti i smanjenja troškova građenja. Potrebno je omogućiti građevnim poduzećima da stvaraju investicione fondove u visini potrebnoj za daljnju modernizaciju i izgradnju građevnih poduzeća. Komora i njen Upravni odbor treba da razmotre s nadležnim organima pitanje kreditiranja i sistem financiranja obrtnim sredstvima. Bez učešća Komore, kao rukovodećeg organa, koji odgovara za jedinstvenu politiku razvoja i unapređenja građevinarstva, nema brzog i efikasnog rješavanja problema građevinarstva. Komora se mora afirmirati kao sinhronizator i koordinator rada i odnosa između Sekcija, Udruženja i privrednih organizacija s jedne strane, društvenih i državnih organa s druge strane. Od toga, koliko će Komora i njeni organi u tom uspjeti, zavisi temeljno rješenje problema.

Ing. Boris Bakrač kao predsjednik Komore, u svom se govoru kritički osvrnuo na rad u 1957 godini. Postavlja se osnovno pitanje, što je sa unapređenjem i što je sa sniženjem cijena u građevinarstvu. Na unapređenju postignuti su vidni rezultati u pravcu osvajanja novih proizvoda. U 10 godina doneseno je 45 standarda, a samo u 1957 godini 39 novih. Iznosi analizu troškova građenja usporedno 1939 — 1957 godina. Ukazuje, da je dio problema ostao otvoren i treba ih riješiti. Često privredne organizacije ne vide rad Komore, jer drže, da je Komora organ, koji treba rješavati njihove pojedinačne probleme, a to je mišljenje u biti neispravno. U nastavku iznosi organizacione probleme Komore, koji se postavljaju pred skupštinu s posebnim obzirom na formiranje Saveznih udruženja i Sekcija, kao i Centra za unapređenje građevinarstva. Za organizaciona pitanja proizvodnje ostalo je u Komori malo vremena, što bi ubuduće trebalo ispraviti.

Nakon druga Ing. Boris Bakrača diskutiralo je po pitanju rada Komore i problematike građevinarstva 17 delegata. Nakon što je odobren rad Komore i organima podijeljena razrješnica, prešlo se na drugi dio rada skupštine — donošenje Statuta, Pravilnika i izbor organa Komore. Izvjestilac bivšeg Upravnog odbora predložio je novi Statut. O njemu je diskutiralo 11 delegata. Diskusija je vođena uglavnom po 2 osnovna pitanja. Prvo, da li Statutom predvidjeti jedinstvenu organzaciju — Komora, Savezna udruženja sa Sekcijama, gdje nema Saveznih udruženja, ali ne kao organima Komore ili Komora, Sekcija kao organ Komore i Savezna udruženja prema izboru članova pojedinih grana građevinarstva. Drugo osnovno pitanje je bilo, da li zadržati Centar za unapređenje građevinarstva u dosadanjoj organizacionoj formi ili rad na unapređenju građevinarstva organizirati bez Centra. Predstavnici građevinske operative i industrije građevnog materijala zastupali su uglavnom tezu Komora — Sekcije kao organi Komore — Savezna udruženja, bez Centra za unapređenje, a predstavnici ostalih grana građevinarstva Komora — Sekcije, ali ne kao organ Komore i Savezna udruženja, sve razumljivo prema izboru članova. Nakon žučne diskusije usvojen je većinom glasova kompromisni prijedlog: Komora — Sekcije kao organi Komore — Savezna udruženja — Centar za unapređenje građevinarstva.

Skupština je nakon toga donijela Pravilnik o radu Suda časti i usvojila proračun prihoda i rashoda za 1958. godinu.

Skupština je konačno izabrala novi Upravni odbor, Nadzorni odbor i Sud časti. Za novog predsjednika Savezne građevinske komore izabran je general Ing. Đuro Matić, a za novog generalnog sekretara Ing. Marijan Brili.

Skupština je izrazila priznanje dosadanjem predsjedniku Ing. Borisu Bakraču i dosadanjem generalnom sekretaru Ing. Obradu Bojoviću za njihov dosadanji rad. Upućivanjem pozdravnog telegrama drugu Titu skupština je završila radom. *PZM*

